

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	8
1.1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.1. Objeto del Proyecto	8
1.1.2. Alcance del Proyecto	8
1.1.3. Antecedentes.....	9
1.1.4. Justificación del Proyecto	9
1.1.5. Situación y Emplazamiento	9
1.1.6. Características Naturales del Suelo	11
1.1.7. Descripción General	11
1.1.7.1. Retirada de un centro de transformación P.T.	12
1.1.7.2. Desplazamiento de la línea aérea existente media tensión	12
1.1.7.3. Montaje de los nuevos centros de transformación.....	13
1.1.7.4. Nueva red subterránea de media tensión	14
1.1.7.5. Alimentación de la nueva red subterránea de M.T. desde la S.E. S.P.RIBES .	14
1.1.7.6. Nuevas líneas subterráneas de baja tensión	15
1.1.7.7. Desplazamiento y retiro de las líneas aéreas existentes baja tensión	15
1.1.7.8. Obra a realizar por cliente	16
1.1.8. Plan de la gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto	17
1.1.9. Puesta en Marcha y Funcionamiento	18
1.1.10. Resumen del Presupuesto	19
1.2. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN	19
1.2.1. Antecedentes.....	19
1.2.2. Generalidades	19
1.2.3. Tensión Nominal	20
1.2.4. Sistemas de Distribución	21
1.2.4.1. Sistema radial	21
1.2.4.2. Sistema de anillo abierto.....	22
1.2.4.3. Anillo abierto con doble alimentación.....	23
1.2.4.4. Doble alimentación.....	23
1.2.4.5. Solución adoptada	24
1.2.5. Cables	24
1.2.5.1. Generalidades	24
1.2.5.2. Designación	26
1.2.5.3. Puesta a tierra de los cables	27

1.2.6. Terminaciones	27
1.2.6.1. Terminaciones exteriores.....	27
1.2.6.2. Terminaciones apantalladas.....	28
1.2.7. Zanjas	29
1.2.7.1. Generalidades	29
1.2.7.2. Zanjas en acera	29
1.2.7.3. Cruces de calle.....	30
1.3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	30
1.3.1. Generalidades	30
1.3.2. Descripción General	30
1.3.3. Conductores	32
1.3.4. Soportes Metálicos	32
1.3.4.1. Generalidades	33
1.3.4.2. Esfuerzos nominales y coeficientes de seguridad.....	35
1.3.4.3. Composición y dimensiones de los apoyos	35
1.3.4.4. Puesta a tierra.....	36
1.3.4.5. Materiales y ensamblaje	38
1.3.5. Armados	38
1.3.5.1. Descripción.....	39
1.3.5.2. Armado del tipo semicruceta atirantada	39
1.3.5.3. Armado del tipo tresbolillo canadiense	40
1.3.6. Aisladores	41
1.3.6.1. Descripción.....	41
1.3.6.2. Aisladores compuestos	43
1.3.6.3. Brazos aislantes	43
1.3.6.4. Herrajes.....	43
1.3.7. Paramenta	46
1.3.7.1. Seccionadores	46
1.3.7.2. Pararrayos	48
1.3.7.3. Otros tipos de paramenta: (no utilizados en este proyecto).....	49
1.3.8. Conversiones MT	50
1.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	51
1.4.1. Generalidades	51
1.4.2. Ubicación de los Centros de Transformación.....	51
1.4.3. Accesos	53

1.4.4. Casetas Prefabricadas Ormazábal.....	53
1.4.4.1. Generalidades	54
1.4.4.2. Rejas de Ventilación.....	54
1.4.4.3. Puertas y Tapas de Acceso	55
1.4.4.4. Pantallas de protección	57
1.4.4.5. Cimentación.....	57
1.4.4.6. Dimensiones	58
1.4.4.7. Solera, Pavimento.....	58
1.4.4.8. Condiciones de servicio.....	59
1.4.5. Señalización y material de seguridad	61
1.4.6. Paramenta de Media Tensión:	62
1.4.6.1. Celdas SF6.....	62
1.4.6.1.1. Generalidades	62
1.4.6.1.2. Diseño y construcción	63
1.4.6.1.3. Dieléctrico utilizado	63
1.4.6.1.4. Puesta a tierra.....	63
1.4.6.1.5. Mandos	64
1.4.6.1.6. Funcionamiento de los disparadores	64
1.4.6.1.7. Grado de protección.....	64
1.4.6.1.8. Arco interno.....	65
1.4.6.1.9. Envolvente.....	65
1.4.6.1.10. Placa de seguridad	66
1.4.6.1.11. Interruptores.....	67
1.4.6.1.12. Seccionador de puesta a tierra	67
1.4.6.1.13. Enclavamientos.....	68
1.4.6.1.14. Pasatapas de cables exteriores	68
1.4.6.1.15. Detectores de tensión.....	69
1.4.6.1.16. Bases para fusibles	69
1.4.6.1.17. Embarrado	69
1.4.6.1.18. Cuba de SF6	70
1.4.6.2. Características eléctricas.....	70
1.4.6.3. Dimensionado embarrado.....	71
1.4.6.4. Características técnicas de las celdas modulares SF6	72
1.4.6.4.1. Celda de línea	72
1.4.6.4.2. Celda de protección	73

1.4.6.4.3. Elección fusibles.....	74
1.4.6.5. Solución integrada telemando	75
1.4.7. Transformadores de potencia.....	76
1.4.7.1. Características Nominales	76
1.4.7.2. Protecciones del transformador	79
1.4.7.3. Termómetro	80
1.4.8. Puente de Unión Celdas - Transformador	80
1.4.9. Puente De unión Transformador-Cuadro Baja Tensión	81
1.4.10. Cuadros de Baja Tensión.....	81
1.4.10.1. Zona de acometida, medida y equipos auxiliares	82
1.4.10.2. Zona de salidas	82
1.4.10.3. Características eléctricas.....	83
1.4.11. Puesta a tierra.....	83
1.4.11.1. Tierra de protección.....	85
1.4.11.2. Tierra de servicio	85
1.4.12. Instalaciones Secundarias	87
1.4.12.1. Alumbrado	87
1.4.12.2. Protección contra incendios.....	87
1.4.12.3. Ventilación	88
1.4.12.4. Medidas de seguridad	88
1.5. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.....	89
1.5.1. Generalidades	90
1.5.2. Características Técnicas de las Salidas.....	91
1.5.3. Conductores.....	93
1.5.4. Terminales Bimetálicos	96
1.5.5. Elementos Constitutivos de la Red.....	96
1.5.5.1. Cuadro de distribución de BT en el CT.....	96
1.5.5.2. Armarios de distribución y derivación urbana	97
1.5.5.3. Caja de distribución para urbanizaciones (CDU).....	97
1.5.5.4. Cajas de seccionamiento.....	99
1.5.5.5. Acometidas (CGP).....	101
1.5.6. Tubos para la Protección de Cables Enterrados de Baja Tensión	101
1.5.7. Cinta para la Señalización de Cables Subterráneo	101
1.5.8. Placas de Plástico para Protección de Cables Enterrados:	102
1.5.9. Sistemas de Protección	102

1.5.10. Continuidad del Neutro	103
1.5.11. Puestas a Tierra.....	104
1.5.12. Dimensiones de la Zanja.....	104
1.5.12.1. Zanjas en acera	105
1.5.12.2. Zanjas en calzada, cruces de calles o carreteras	106
1.6. RED AÉREA DE BAJA TENSIÓN	106
1.6.1. Generalidades	106
1.6.2. Conductores	107
1.6.3. Apoyos.....	107
1.6.3.1. Madera	107
1.6.3.2. Hormigón.....	108
1.6.3.3. Celosía	108
1.6.3.4. Chapa plegada.....	108
1.6.4. Herrajes.....	108
1.6.4.1. Piezas de anclaje	110
1.6.4.2. Pinzas de amarre	110
1.6.4.3. Grapas de suspensión	110
1.6.4.4. Soportes con abrazadera para fijación a fachada.....	111
1.6.4.5. Piezas de conexión.....	111
1.6.4.5.1. Empalmes	111
1.6.4.5.2. Terminales	112
1.6.4.5.3. Piezas de derivación	112
1.6.4.6. Cajas de derivación con fusibles	113
1.6.5. Protecciones.....	113
1.6.6. Continuidad del Neutro	113
1.6.7. Puesta a tierra.....	114
1.6.8. Conversiones de Línea Aérea a Línea Subterránea	114
1.7. ANEXOS	116
1.7.1. Bibliografía.....	116
1.7.1.1. Programas de cálculo.....	116
1.7.2. Otras referencias	117
1.7.3. Definiciones y Abreviaturas	117
1.7.4. Disposiciones Legales y Normas Aplicadas en BT.....	117
1.7.5. Reglamentación y Normativa Aplicadas en MT	119
1.7.6. Reglamentación L.A.M.T.....	120

1.7.7. Reglamentación Normas CT	121
---------------------------------------	-----

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Objeto del Proyecto

El objeto del proyecto tiene como finalidad realizar la planificación y electrificación del Plan parcial urbanístico del Llimonet, el cual deberá comprender todas las instalaciones necesarias por poder suministrar la potencia calculada. El presente proyecto, consistirá en el cálculo y descripción de la línea eléctrica de 25 kV, los centros de transformación con transformadores de 630 kVA, las líneas de distribución que darán servicio a los edificios y a otros servicios de la zona y el desplazamiento de los servicios afectados en la actualidad en la zona.

1.1.2. Alcance del Proyecto

Para el desarrollo urbanístico del plan parcial se ha previsto una división poligonal, que puede posibilitar el proceso de ejecución progresiva de la zona urbanizadora.

El primer polígono, en la actualidad ya está urbanizado y edificado.

El Plan parcial urbanístico del Llimonet (Polígono 2 y 3), propuesto por el Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú contempla una superficie total de terreno de 71.788 m², para el polígono 2 y de 35.399 m², para el polígono 3 el cual se destinará a diferentes tipos de construcciones. Se destinará a la construcción de viviendas plurifamiliares, viviendas unifamiliares, locales comerciales y otros servicios comunitarios como garajes, zonas verdes y otros equipamientos.

- Polígono 2: Techo máximo edificable total será de 66.799 m²,
 - Techo residencial plurifamiliar: 42.757 m²
 - Techo residencial unifamiliar: 13.023 m²
 - Techo comercial: 11.019 m²
- Polígono 3: Techo máximo edificable total será de 37.030 m²,
 - Techo residencial plurifamiliar: 23.779 m²
 - Techo residencial unifamiliar: 6.900 m²
 - Techo comercial: 6.351 m²

1.1.3. Antecedentes

El pleno del ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, en fecha 6 de junio de 1994, aprobó inicialmente el plan parcial del sector “Llimonet”, anteriormente llamado “Puig-Falcó”; el nombrado acuerdo fue publicado al B.O.P. de Barcelona nº 154 con fecha 29.6.94 y también en el “Diari de Vilanova”, con fecha 17.6.94 y en el periódico “Avui” el 18.6.94.

El Llimonet es el nombre con que se conoce una zona de extensión urbana en la directriz sur-norte, a partir del actual entorno urbano que envuelve al primer núcleo medieval de las poblaciones de Vilanova i la Geltrú.

El ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú ha encargado, mediante la empresa PIVSAM, de carácter municipal, el proyecto y estudio de electrificación del Plan parcial urbanístico del Llimonet polígonos 2 y 3, a la empresa distribuidora Fecsa-Endesa

1.1.4. Justificación del Proyecto

Se ha decidido la urbanización de esta zona debido a la buena situación de los terrenos, en el área del Llimonet, donde hace unos años se ejecutó la fase del polígono 1, quedando los polígonos 2 y 3 por urbanizar, que además ofrecen unas buenas cotas de terreno para la construcción.

Se tratan de edificaciones rurales dispersas sin ningún valor de interés arquitectónico y en parte ni utilizadas.

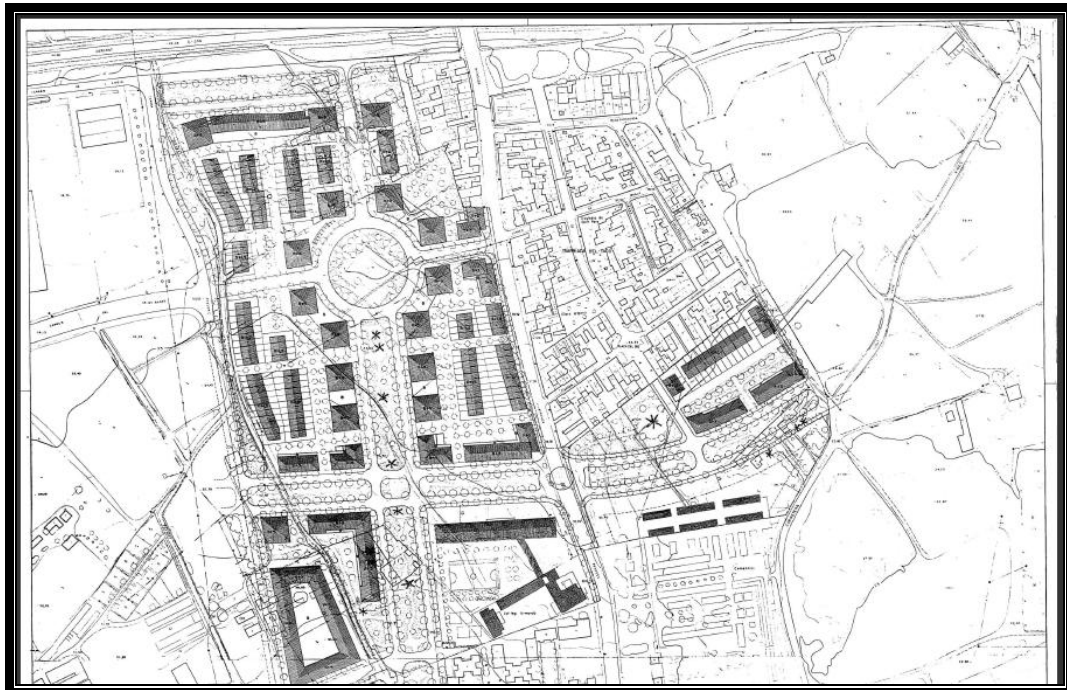
La demanda de hogares en el término ha sido otro punto importante por el que se ha decidido llevar a término este proyecto.

La solicitud de este proyecto se produce como consecuencia de la demanda eléctrica que habrá en la zona y las redistribuciones de líneas que se producirán.

1.1.5. Situación y Emplazamiento

El área objeto del presente plan parcial a realizar serán los polígonos 2 y 3, que junto con el 1 ya realizado, alcanzan una extensión superficial de 185.480 m² que corresponden al ámbito estricto del sector y los restantes 7.116 es la superficie de los dos tramos de la Ronda Ibérica que la modificación del Plan General de Ordenación al Norte de la ciudad adscrito al sector como un sistema general de compensación de exceso de aprovechamiento en relación al aprovechamiento medio del conjunto de los sectores que configuran el Suelo Urbanizable Programado.

Los elementos fundamentales de la estructura de soporte son el antiguo trazado de la carretera Vilafranca –dirección norte/sur- (actual calle Vilafranca), la variante de la carretera C-246 y la Ronda Ibérica, ambos viales en la directriz este/oeste. Alrededor de estos elementos de la red viaria primaria resta circunscrito el ámbito sectorial, siendo definido su límite a poniente, por la prolongación de la calle Masia Frederic



1.1.6. Características Naturales del Suelo

Para la realización de los polígono 2 y 3, se ha realizado un informe geotécnico, cuyos datos más significativos son:

- Se realizaron un total de 6 sondajes mecánicos, a unas profundidades entre 6 y 13 metros, así como 16 calas, a una profundidad entre dos y tres metros y medio.
- De las perforaciones se extrajeron muestras inalteradas y, en suelos granulares, se realizaron ensayos de penetración normal (S.T.P.), de densidad seca, contenido natural de humedad, límites de Atterberg, granulometrías y de consolidación.
- De la información facilitada respecto a dos pozos existentes el agua se encuentra a unos 32 metros de profundidad.
- El grosor de la capa vegetal superficial es de unos 32 cm.
- Entre 0,50 m y 1,50 m se encuentra una capa de limo argiloso de consistencia muy firme. En algunos puntos esta capa llega a los 3 metros de grosor
- Subyacente a la anterior se localiza un estrato de arcilla marrón o marrón-rojizo de consistencia muy firme que con frecuencia contiene nódulos calcáreos.
- En las profundidades alcanzadas por los sondajes, (entre 6 m y 13 m) no se han detectado el nivel freático.
- De acuerdo con los ensayos realizados en el laboratorio, el suelo hay que considerarlo como “tolerable”.

1.1.7. Descripción General

El objetivo de este diseño, es realizar un nuevo suministro de **10.258,28 kW** para un nuevo conjunto residencial a construir en la zona del Plan parcial del Llimonet en la localidad de Vilanova i la Geltrú, dentro del término municipal con el mismo nombre.

El mencionado conjunto residencial estará formado por:

- 762 viviendas de régimen libre y electrificación elevada (9,2 kW).
- 52 escaleras distribuidas en varios bloques de viviendas y con una electrificación de 15 kW para cada una de las mismas.
- Por otra parte, dentro de cada uno de los nuevos bloques se prevén nuevas zonas de aparcamiento y comerciales.
- Finalmente en el interior de la nueva actuación se indica una zona para uso comercial de 3.000 m², la cual se pacta electrificar en media tensión.

Actualmente las infraestructuras existentes en la zona, no pueden hacer frente a la potencia solicitada, por lo que se opta por la instalación de 5 nuevos C.T. 2 x 630 kVA, un nuevo C.T. 630 kVA y por último un CM con tensión 25.000 V, para suministrar en media tensión 390 kW en los puntos indicados.

Para suministrar la potencia será necesario el tendido de nuevas líneas de media y baja tensión siguiendo el trazado marcado en los planos adjuntos. El proyecto se dividirá en:

1.1.7.1. Retirada de un centro de transformación P.T.

Debido a que la parcela donde se van a realizar los nuevos suministros se alimenta por un centro de transformación sobre soportes de madera en aéreo de manera precaria que servía de alimentación a las antiguas granjas y barracas. Al derruirse estas construcciones, ya no es necesario, la existencia de este transformador, por lo que se procederá a su desmantelamiento.

El Centro Transformador en cuestión tiene el número BB033.

1.1.7.2. Desplazamiento de la línea aérea existente media tensión

Se procederá al retiro de las líneas aéreas en Media tensión existentes en la zona actuación:

- Se retirará la línea de 25.000 V de sección LA-92, denominada por Fecsa como ST.Pere de Ribes.1 y la línea de 11.000 V, de sección LA-92, denominada F.Maristany.
- Una vez retirada la línea se procederá al arranque de los soportes de madera, hormigón y castilletes metálicos por donde discurrían las líneas de media tensión.

Para llevarlo a cabo, se realizarán los siguientes trabajos:

- Para dar continuidad a estas líneas pasantes por la urbanización se extenderán nuevas líneas de L.S.M.T. proyectadas en la urbanización y se harán las nuevas conexiones entre los soportes metálicos nuevos a instalar, tal y como se indica en los planos

- Se realizará la apertura, el posterior tapado y la reposición de zanjas, siguiendo el trazado marcado en el plano adjunto y dimensionándolas según el número de circuitos de acuerdo con la Normativa de la Compañía Eléctrica.
- En el trazado anterior se realizará el tendido y protección del circuito proyectado dentro de las zanjas del croquis adjunto. El cable a utilizar será $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (18/30 KV).
- La conexión de la nueva L.S.M.T. a los nuevos castilletes será mediante terminaciones exteriores.

1.1.7.3. Montaje de los nuevos centros de transformación

Una vez la constructora haya realizado los movimientos de tierras correspondientes y haya marcado las calles y las aceras pasaremos al montaje de los ocho centros de transformación. Se realizará el montaje de cada C.T. con sus transformadores, conjuntos de celdas de línea y de protección, con sus respectivos cuadros de baja tensión, realizando todas las interconexiones y montaje de los circuitos auxiliares y de puesta a tierra según la Normativa de la Compañía Eléctrica.

Los C.T.'s: CT "D", CT "F", CT "G" y CT "H" serán del modelo prefabricado PFU-5 de la casa Ormazábal. En ellos se instalará:

- 2 Transformadores de 630 kVA, 25000/400 V.
- Puentes de Baja Tensión con cable $3 \times (3 \times 240) + 1 \times (2 \times 240) \text{ Al}$.
- Celdas de Media Tensión SF6 2L+2P compactas y con fusibles de Media Tensión de 50 A APR. en el caso de las dos celdas de protección.
- P.A.T. del C.T. y neutro según medida resistividad del terreno a realizar:
- Cuadro de distribución de B.T. y un armario de ampliación.

El C.T. "C" será del modelo prefabricado PFU-4 de la casa Ormazábal. En el se instalará:

- 1 Transformadores de 630 kVA, 25000/400 V.
- Puentes de Baja Tensión con cable $3 \times (3 \times 240) + 1 \times (2 \times 240) \text{ Al}$.
- Celdas de Media Tensión SF6 1L+2P compactas y con fusibles de Media Tensión de 50 A APR. en el caso de las dos celdas de protección.
- En el caso de este ct, les dos celdas seccionadoras de línea serán con telemando
- P.A.T. del C.T. y neutro según medida resistividad del terreno a realizar:
- Cuadro de distribución de B.T. y un armario de ampliación.

1.1.7.4. Nueva red subterránea de media tensión

Se extenderán todas las nuevas líneas de L.S.M.T. proyectadas entre los diferentes C.T.'s y se harán las nuevas conexiones entre sus respectivas celdas de línea de cada uno de ellos, tal y como se indica en los planos, con tal de dejar la nueva red en conexión anillo, se realizará una unión con el ct 23047 del polígono 1 del Llimonet existente de la línea Sitges. Para llevarlo a cabo, se realizará los siguientes trabajos:

- Se realizará la apertura, el posterior tapado y la reposición de zanjas, siguiendo el trazado marcado en el plano adjunto y dimensionándolas según el número de circuitos de acuerdo con la Normativa de la Compañía Eléctrica.
- En el trazado anterior se realizará el tendido y protección del circuito proyectado dentro de las zanjas del croquis adjunto. El cable a utilizar será 3x1x240 mm² Al (18/30 KV).
- La conexión de la nueva L.S.M.T. a los nuevos C.T.'s será mediante terminaciones apantalladas.

1.1.7.5. Alimentación de la nueva red subterránea de M.T. desde la S.E. S.P.RIBES

Finalmente, para poder realizar esta electrificación, se realizará el tendido de cable de 1 nuevo circuito de línea subterránea de media tensión de sección Al-400 procedente de la S.E. S.P.Ribes (E.R. nº1023, de 220/25 KV 2x40 MVA) que alimentará los nuevos centros de transformación a construir en la nueva actuación. Esta alimentación se realizará en una de las celdas de línea del C.T. "F".

Se opta por escoger sección de Al-400 y no Al-240, puesto que se deben prever nuevas ampliaciones en un futuro próximo.

Para llevarlo a cabo, se realizará los siguientes trabajos:

- En los tramos indicados, realizar catas necesarias para la localización de los servicios afectados para la nueva obra
- Se realizará la apertura, el posterior tapado y la reposición de zanjas, siguiendo el trazado marcado en el plano adjunto y dimensionándolas según el número de circuitos de acuerdo con la Normativa de la Compañía Eléctrica.
- En el trazado anterior se realizará el tendido y protección del circuito proyectado dentro de las zanjas del croquis adjunto. El cable a utilizar será 3x1x400 mm² Al (18/30 KV).

- La conexión de la nueva L.S.M.T. a la receptora y al CT “F” será mediante terminaciones apantalladas.

1.1.7.6. Nuevas líneas subterráneas de baja tensión

Se instalarán las nuevas Cajas Generales de Protección (C.G.P.) + Cajas de Seccionamiento (C.S.) y Cajas de Distribución Urbana (C.D.U.) necesarias tal y como se indica en los planos. Se extenderán las nuevas líneas de B.T. desde los Cuadros de Baja Tensión (Q.B.T.) de cada C.T. hasta las C.S.+C.G.P. Se realizarán todas las conexiones necesarias al fin de que las líneas tengan continuidad.

Para llevarlo a cabo, se realizará los siguientes trabajos:

- En el tramo indicado, realizar las catas necesarias para la localización de los servicios afectados por la nueva obra.
- Se realizará la apertura con posterior tapado y reposición de pavimento de una zanja con el número de circuitos de B.T. indicados, según el trazado marcado en el plano adjunto y dimensionándola según la Normativa de la Compañía Eléctrica.
- En el trazado anterior indicado, extender y proteger una Nueva Línea Subterránea con el número de circuitos de B.T. indicados con 3x1x240 + 1x150 Al.
- Realizar las puestas a tierra del neutro de cada una de las C.S.+C.G.P. instaladas, así como de las C.D.U.
- En los zócalos correspondientes del Cuadro de Baja Tensión de cada nuevo C.T., instalar fusibles de 315 A.

El cliente tendrá que instalar cada una de las cajas necesarias en un lugar de libre y permanente acceso desde la calle por parte del personal de la compañía eléctrica, en el límite entre zona privada y pública.

1.1.7.7. Desplazamiento y retiro de las líneas aéreas existentes baja tensión

Se procederá al retiro de las líneas aéreas en baja tensión existentes en la zona actuación:

- Se retirará la línea de 400 V de sección Rz 50, procedente del antiguo P.T., denominado por Fecsa como BB033.

- Una vez retirada la línea se procederá al arranque de los soportes de madera, por donde discurrían las líneas de baja tensión.

Para llevarlo a cabo, se realizarán los siguientes trabajos:

- Para dar continuidad a estas líneas que aún dan suministro a fincas colindantes fuera del ámbito de actuación del polígono se extenderán nuevas líneas de L.S.B.T. proyectadas en la urbanización desde los nuevos centros de transformación a instalar, tal y como se indica en los planos
- Se realizarán las conversiones pertinentes para realizar el cambio de subterráneo (interior polígono) a aéreo, (fuera ámbito polígono) de acuerdo con la Normativa de la Compañía Eléctrica.
- Se instalarán los soportes de hormigón necesario, así como la reinstalación del cable con sus conexiones y amarres.

1.1.7.8. Obra a realizar por cliente

En la zona comercial, debido a que la potencia correspondiente a la parcela a suministrar es demasiado grande, se decide suministrar la potencia calculada en la parcela en Media Tensión desde un C.M. (Centro de Medida para media tensión) a instalar por el cliente, no objeto de nuestro proyecto.

En cuanto a la alimentación de este nuevo centro de media tensión, este se conectará a la nueva red tendida de 1C de la nueva L.S.M.T. Al-240 que pasa por delante de la parcela para uso comercial.

El cliente únicamente deberá realizar dos entronques con la línea en cuestión y extender dos circuitos de L.S.M.T. Al-240 hasta las celdas de SF6 de compañía a instalar en el nuevo centro de medida.

Se le deja al usuario final un bucle con cable de media tensión, a la espera de la construcción definitiva de la obra.

Para llevar a cabo el C.M. final, se realizará los siguientes trabajos:

- En el tramo indicado, realizar las catas necesarias para la localización de los servicios afectados por la nueva obra, así como para localizar la L.S.M.T. existente.

- Se realizará la apertura con posterior tapado y reposición de pavimento de 2 circuitos proyectados dentro de las zanjas diseñadas en el plano adjunto. El cable a utilizar será 3 x 1 x 240 mm² Al (18 / 30 KV).
- Una vez localizada la L.S.M.T. y realizada la zanja, se cortará y se harán dos empalmes termorretráctiles tal y como se indica en el plano adjunto para la posterior conexión a las celdas de línea del nuevo C.M. Se realizará la conexión del nuevo circuito subterráneo de M.T. mediante terminaciones apantalladas.
- El solicitante final aportará e instalará, según Normativa Técnica de Endesa una caseta prefabricada por alojar las dos celdas de línea de la compañía, una celda de entrega (interruptor pasante), una celda de protección (regulación) para realizar la protección y medida del nuevo suministro en M.T. en el punto indicado por el mismo en el plano adjunto.
- El acceso por parte de la compañía a la caseta deberá ser permanente y desde una calle o vial público.
- El cliente aportará la baja de la acometida B.T. actual.

1.1.8. Plan de la gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el contratista presentará al Técnico Director, catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que se utilizarán. No se podrán utilizar materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

El Director inspeccionará las obras, instalaciones y todo lo relacionado con estas, recomendando los materiales, elementos y maquinaria y rehusando los que no cumplan con las especificaciones del proyecto.

El Director de la obra podrá en todo momento comprobar si el contratista cumple con las condiciones impuestas por la legislación, así como, las disposiciones, ordenanzas y obligaciones en general de cualquier tipo que pueda derivar del contrato.

Cuando considere oportuno el Director Técnico, podrá encargar el análisis, ensayo y comprobación de los materiales o elementos de la instalación, ya sea en la misma fábrica de origen, en los laboratorios oficiales o a pie de la instalación.

El contratista será el responsable, mientras dure la ejecución de las obras, de todos los perjuicios directos o indirectos, que puedan ocasionar a cualquier persona, propietaria o de servicio tanto privado como público, y también, las consecuencias de los actos del personal que realice el trabajo.

A la conclusión del trabajo se confeccionará el plano final de obra que se entregará inmediatamente acabada esta y en que figuraran los detalles singulares que se hubieran puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma.

Así mismo, constarán los cruces, paralelismos y detalles de interés respecto a otros servicios tales como conducciones de gas, agua, comunicaciones y alcantarillado.

De vital importancia será, la anotación puntual de defectos corregidos en situaciones antirreglamentarias halladas durante el tendido, así como las adoptadas frente a puntos conflictivos que se hayan dado durante el mismo y que pudieran afectar a la normativa vigente de seguridad.

1.1.9. Puesta en Marcha y Funcionamiento

La puesta en marcha se realizará efectuando los siguientes pasos:

- Permisos.
- Legalizaciones.
- Instalar Centros de Transformación.
- Preparación de las nuevas instalaciones de M.T.
- Maniobras y conexión a red de M.T.
- Colocación de las CGP, cajas de seccionamiento y C.D.U.
- Tendido de los conductores de B.T.
- Pruebas de ensayo.
- Conexiones de B.T.
- Maniobras y conexión a red de B.T.

Una vez realizadas las instalaciones y las obras, realizadas las verificaciones oportunas se establecerá según el pliego de condiciones generales, la recepción provisional, previo pago de una parte del presupuesto, iniciándose así el plazo de garantía de un año tras el que se efectuará la recepción de la obra.

1.1.10. Resumen del Presupuesto

La realización de la electrificación del Plan parcial urbanístico del Llimonet, situado en el término municipal de Vilanova i la Geltrú asciende a la cantidad de:

Presupuesto total: 2.520.760,05 Euros

1.2. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

1.2.1. Antecedentes

Por la zona a urbanizar discurre además una línea eléctrica aérea de dos circuitos propiedad de la Compañía Eléctrica Fecsa-Endesa denominada S.P. Ribes de 25 kV y F.Maristany de 11 kV que proporciona suministro a las distintas localidades de la zona, que deberá enterrarse.

1.2.2. Generalidades

La red interior de Media Tensión proyectada será de tipo subterránea y conectará los 7 centros de transformación empleados en la urbanización. La red se dispondrá en anillo, cerrada (abierta con alimentación más unión línea existente con telemando), con entrada y salida en cada uno de los centros de transformación instalados a lo largo del complejo, siguiendo los trazados marcados en el plano adjunto. La Distribución en M.T. por el interior del complejo residencial se realizarán por zanjas en tierra-arena y cruce de calzada, (estas son zanjas que traen los cables protegidos mediante tubo de hormigón), los conductores utilizados para la interconexión de los Centros de transformación serán de las siguientes características 240 mm² Al 18/30 KV DH (actualmente la potencia de cortocircuito de la red es de 500 MVA).

Para la alimentación de la red subterránea de media tensión creada por el interior de la urbanización, así como para el desplazamiento, se realizará el tendido de una nueva L.S.M.T. procedente de la nueva subestación S.E. S.P.Ribes (nº receptora 1031) y que alimentará los nuevos centros de transformación de la nueva actuación realizando entrada por el C.T."F". Posteriormente para dejar cerrado el circuito, se devolverá otra L.S.M.T. desde el C.T."C" hasta el CT 20147 que procede de la receptora de Vilanova, quedando en el último la celda abierta, para que mediante un telemando se invierta el sentido de la corriente tal y como se observa en los planos.

Los conductores a utilizar en el tendido de L.S.M.T. de el circuito serán de sección máxima 400 mm² Al 18/30 KV DH, puesto que se deben prever futuras ampliaciones y la mejor capacidad de servicio de la red de distribución.

La longitud total de la red subterránea de media tensión será de 5.875 metros aproximadamente, de los cuales los primeros 4800 serán de Al 400.

Las conexiones a la red de Fecsa-Endesa de las dos líneas subterráneas de Media Tensión que alimentarán los C.T. F, se conectarán en la cabecera de origen de la S.E. S.P. Ribes. La nueva línea contará con una protección general en cabecera de la misma en la subestación, consistente en una celda prefabricada de M.T. en SF6 con un interruptor automático gama SM6.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales. Se determinarán las protecciones pertinentes, tanto para zanjas, como para pasos que sean necesarias en los accesos a portales, garajes, etc... Así como planchas metálicas que sean necesarias para el paso de vehículos.

En el momento de realizar el trazado de línea subterránea de Media Tensión, que pasará por debajo de las aceras y calzadas proyectadas, y aun teniendo en cuenta que se abrirán las zanjas antes de estar construidas, serán necesarios los permisos administrativos correspondientes tal y como se indica en el pliego de condiciones administrativas.

1.2.3. Tensión Nominal

La tensión nominal de la red será en cada caso la correspondiente al sistema en el que se habrán de conectar, 25 kV o 11 kV, trifásica, a una frecuencia de 50 Hz. En nuestro caso será 25 kV, para la alimentación y 25 y 11 kV, para el desplazamiento.

Para la definición de tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar se establecen los parámetros de la tabla.

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión nominal cables y accesorios U ₀ /U (kV eficaces)	Tensión más elevada cables y accesorios U _m (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
Hasta 30	18/30	36	170

- U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre dos conductores.
- U_o: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre cada conductor y la pantalla del cable.
- U_m: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera, para los que se ha diseñado el cable y los accesorios. Es la tensión máxima que puede ser soportada permanentemente en condiciones normales de explotación en cualquier punto de la red.
- Excluye las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones de defecto o a la supresión brusca de cargas.

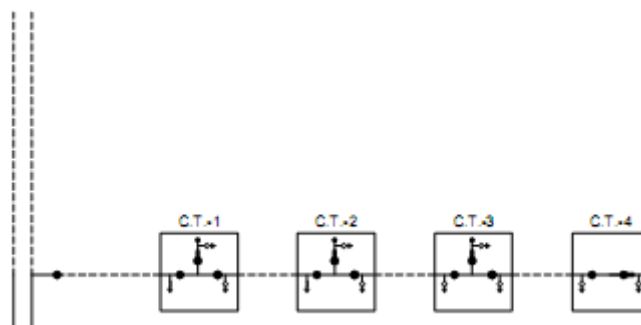
1.2.4. Sistemas de Distribución

Los diferentes esquemas existentes en la distribución en Media Tensión para hacer frente a la potencia solicitada son los siguientes:

1.2.4.1. Sistema radial

El sistema radial es el más económico de todos ya que la paramenta a instalar y los metros de zanja a construir son mínimos. Presenta el inconveniente de que una avería en cualquier tramo de línea dejaría sin servicio la todos los centros de transformación existente aguas abajo y la reposición de servicio sólo se podría llevar a cabo una vez localizada y reparada al avería.

El sistema radial o "en antena" se utiliza para la electrificación de zonas rurales a través, de red aérea, dónde las distancias son muy elevadas y la densidad muy baja.



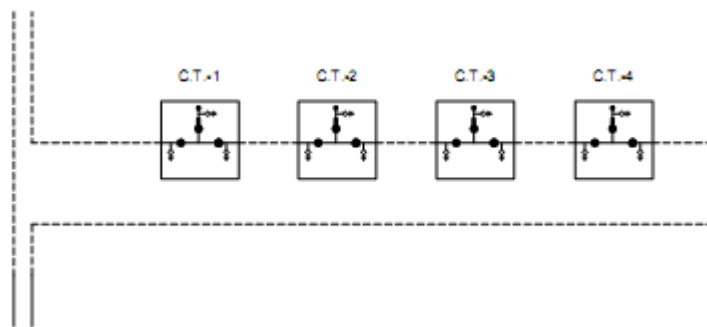
Distribución radial

1.2.4.2. Sistema de anillo abierto

En este tipo de distribución la red se construye formando un anillo, pero su explotación se realiza de forma radial, es decir, siempre existirá un nodo del anillo abierto, una celda de línea de un Centro de Transformación, creando un punto frontera.

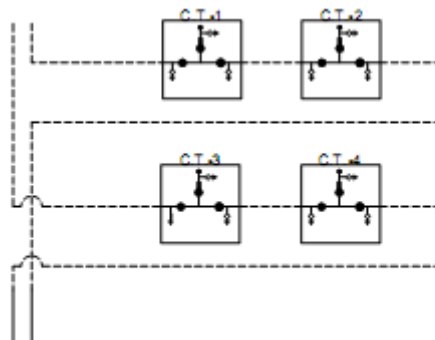
La paramenta a instalar en cada Centro de distribución es la misma que en una distribución radial, con la salvedad de que se debe instalar una celda de línea de más para el cierre de anillo. Constructivamente hay que considerar la mayor cantidad de metros de zanja a abrir o sus mayores dimensiones si se instalan los circuitos conjuntamente.

En este sistema se puede dejar cualquier tramo de la red subterránea sin servicio desplazando el punto frontera a otra celda de línea, pero hay que tener en cuenta que los Centros de Transformación quedan intercalados en la línea principal y las maniobras que se pueden realizar son muy limitadas por el gran número de abonados a que afectan.



Distribución anillo abierto

El anillo se puede construir en una de las líneas principales o repartiendo cargas entre las dos líneas básicas, en el caso que haya otra línea de media tensión próxima de 25 kV, que tenga posibilidad de absorber la carga.



Distribución anillo abierto, con reparto de cargas

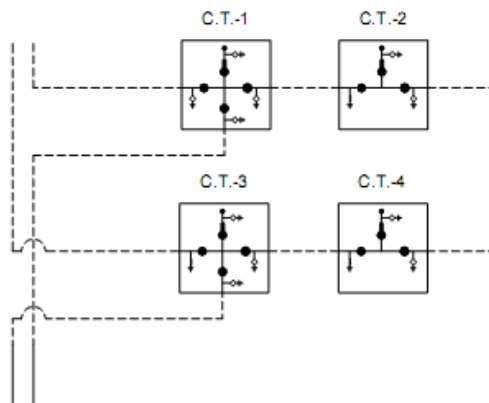
En el caso de maniobras o averías en la línea principal afectará a todos los centros de transformación que estén alimentados de esa red sin posibilidad de alimentarlos de la otra línea.

1.2.4.3. Anillo abierto con doble alimentación

Este tipo de distribución presenta las mismas ventajas que el anillo abierto simple pero además permite alimentar a los centros de transformación desde cualquiera de las dos líneas básicas.

Otra ventaja que presenta es la interconexión de los dos circuitos principales, permitiendo de este modo realizar movimientos de cargas de una a otra si las necesidades de servicio así lo requirieran.

El inconveniente de este tipo de distribución es la necesidad de instalar una tercera celda de línea en dos de los centros de transformación. Constructivamente esta celda línea más no supone ningún problema ya que los centros de transformación prefabricados ya vienen dimensionados de manera que se puedan instalar tres celdas de línea.



Distribución anillo abierto, con doble alimentación

1.2.4.4. Doble alimentación

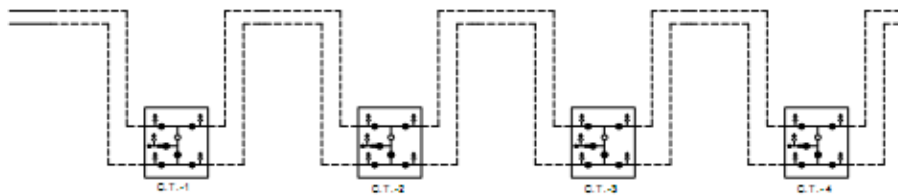
En un sistema de doble alimentación cada Centro de Transformación está alimentado con entrada y salida de las dos líneas básicas mediante dos celdas de unión de barras, consiguiendo de este modo garantizar la continuidad del suministro.

La doble alimentación también se puede automatizar, instalando un detector de ausencia de tensión.

No cabe duda de que este tipo de distribución es el que ofrece mayores garantías en cuanto a la calidad de servicio, pero también es el que tiene un mayor coste económico.

Cada centro de transformación debería disponer de cuatro celdas de línea y dos celdas de unión de barras y en consecuencia, el espacio útil para instalarlas.

Este tipo de alimentación es aconsejable para grandes suministros en los que es imprescindible la continuidad del servicio.



Distribución anillo abierto, con doble alimentación

1.2.4.5. Solución adoptada

La solución adoptada es la anillo abierto.

La configuración estándar del sistema de FECSA ENDESA es en bucle, por tanto sus redes subterráneas serán malladas, con sistema alternos trifásicos. Sistema impuesto por la compañía suministradora, que con la instalación de un telemando, más la unión con la línea existente Vilanova.1 en el CT existente 23047, asegura una continuidad de suministro para la urbanización nueva y alrededores.

1.2.5. Cables

Serán unipolares y cumplirán las especificaciones de las Normas UNE-EN 620-5E.

1.2.5.1. Generalidades

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE 21022, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados.

Sobre el conductor habrá una capa termoestable extruida semiconductora, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE), de 8 mm de espesor medio mínimo.

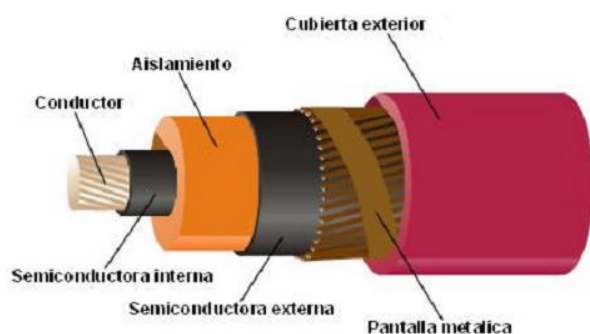
Sobre el aislamiento habrá una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, de 0,5 mm de espesor medio mínimo, que se pueda separar del aislamiento sin dejar sobre él trazas de mezcla semiconductora apreciables a simple vista. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, dispuestos en hélice abierta, sobre la cual se colocará un fleje de cobre recocido en hélice abierta dispuesta en sentido contrario a la anterior. La sección real del conjunto de la pantalla metálica será como mínimo de 16 mm².

La colocación de la pantalla semiconductora interna, del aislamiento y de la pantalla semiconductora externa, en el proceso de fabricación de los cables, se realizará por triple extrusión simultánea.

La cubierta exterior estará constituida por una capa de un compuesto termoplástico a base de poliolefina. Será de color rojo y su espesor nominal será de 2,75 mm.

Características técnicas

Sección nominal mm ²	Número mínimo de alambres del conductor	Diámetros del conductor mm		Resistencia máxima del conductor a 20 °C Ω/km
		Mínimo	Máximo	
150	18	13,7	14,9	0,206
240	30	17,8	19,2	0,125
400	53	22,9	24,5	0,0778



Para la protección del medio ambiente, en su composición, la cubierta exterior del cable prácticamente no contendrá ninguno de los elementos indicados a continuación:

Metales pesados, Halógenos, Hidrocarburos volátiles.

1.2.5.2. Designación

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Tipo constructivo,
- Tensión asignada del cable, expresada en kV,
- Indicaciones relativas al conductor y a la pantalla metálica.

Características técnicas cables a utilizar en media tensión:

El cable dispondrá de un componente que tenga efecto bloqueante a la propagación longitudinal del agua entre la pantalla semiconductora externa y cubierta (TIPO OL).

Cable aisl. seco 18/30 KV 1x240 mm² Al

Cable unipolar de aislamiento seco termoestable serie 18/30 kV de 1x240mm² Al con cubierta de color rojo (E.T.U.-3305 C), fabricado por triple extrusión simultánea.

Tensión nominal	18/30 kV
Tensión máxima utilización	36 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz	70 kV
Tensión ensayo con onda tipo rayo	170 kV
Intensidad admisible enterado (25 °C) (Régimen permanente)	415 A
Resistencia máxima del conductor (20 °C)	0,125 Ω/km
Límite térmico en el conductor (T=250 °C 1s)	22,3 kA
Límite térmico en pantalla (T=160 °C 1s)	2,9 kA
Diámetro aparente conductor (cuerda)	17,8 – 19,2 mm

Radio mínimo de curvatura	620 mm
Longitud bobina	1000 m +/- 3%
Material aislamiento XLPE UNE-21.123 (8 mm espesor)	
Cubierta color rojo poliolefina (2 mm espesor)	

Cable aisl.seco 18/30 KV 1x400 mm² Al

Cable unipolar de aislamiento seco termoestable serie 18/30 kV de 1x400mm² Al con cubierta de color rojo (E.T.U.-3305 C), fabricado por triple extrusión simultánea.

Tensión nominal	18/30 kV
Tensión máxima utilización	36 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz	70 kV
Tensión ensayo con onda tipo rayo	170 kV
Intensidad admisible enterado (25 °C) (Régimen permanente)	530 A
Resistencia máxima del conductor (20 °C)	0,0778 Ω/km
Límite térmico en el conductor (T=250 °C 1s)	37,2 kA
Límite térmico en pantalla (T=160 °C 1s)	2,9 kA
Diámetro aparente conductor (cuerda)	22,9 – 24,5 mm
Radio mínimo de curvatura	680 mm
Longitud bobina	1000 m +/- 3%
Material aislamiento XLPE UNE-21.123 (8 mm espesor)	
Cubierta color rojo poliolefina (2 mm espesor)	

1.2.5.3. Puesta a tierra de los cables

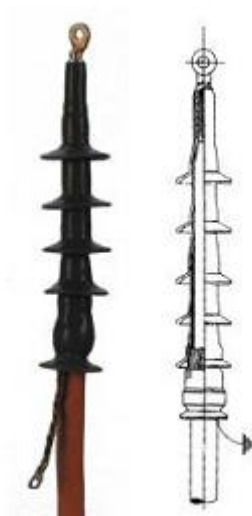
Las pantallas metálicas de los cables de MT se conectarán a tierra en cada una de sus cajas terminales extremas.

1.2.6. Terminaciones

1.2.6.1. Terminaciones exteriores

Los terminales exteriores unirán los cables de la línea aérea con los de la línea subterránea, en el desplazamiento de la línea aérea existente en la urbanización. Los terminales específicos para este tipo de operación serán modulares flexibles de exterior, preparados para cables de aislamiento seco de 240 mm² de sección y aislamiento de 36 kV, conformes con la norma UNE 21.115, normas CEI 60502-4, CEI 60055 y homologados por la Compañía Suministradora.

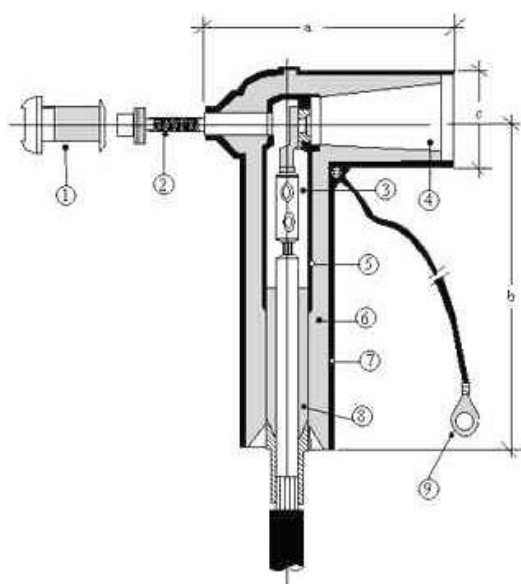
El terminal de conexión será bimetálico y permitirá unir el cable de aluminio con las conexiones que son de cobre.



Terminales exteriores

1.2.6.2. Terminaciones apantalladas

Las terminaciones apantalladas se utilizarán para la conexión de los conductores de la red de media tensión a las celdas de línea de los centros de transformación. Serán del tipo apantalladas, dimensionadas para cables de 240 mm^2 y 400 mm^2 (para el caso de la línea principal de alimentación desde subestación y en entronque con CT F) de sección y aislamiento de 36kV homologados por la Compañía Distribuidora.



1. Tapón aislante
2. Tornillo de fijación
3. Terminal de cable (bimetálico)
4. Puerta de entrada
5. Pantalla interna
6. Aislamiento
7. Pantalla semiconductora
8. Reductor de cable
9. Terminal de tierra

1.2.7. Zanjas

1.2.7.1. Generalidades

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las primeras y se evitarán ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Al marcar el trazado de las zanjas, se realizará de acuerdo al plano de electrificación, teniendo en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. Bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos en las fincas, en las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubos en seco (sin hormigonar). En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de calzada, se dispondrán dentro de tubos hormigonados. Ver plano mt y desplazamiento mt

1.2.7.2. Zanjas en acera

La apertura de las zanjas se harán verticales hasta una profundidad de 0,9 m y un ancho de 0,4 m para una zanja de un o dos circuitos subterráneos.

Del fondo de la zanja se eliminará toda rugosidad que pudiera dañar la cubierta de los cables y se extenderá una capa de arena fina de 6 cm de espesor que servirá para nivelación del fondo y asiento de los cables, pudiendo entonces efectuar el tendido de cables, que quedarán siempre a una distancia superior de 0,8 m de la rasante definitiva de la acera. El tendido se realizará mediante rodillos que puedan girar libremente y dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Una vez realizado el tendido de los circuitos dentro de la zanja el posterior paso a realizar es el taponado de las mismas. A tal efecto se cubrirán los cables con una capa de arena fina hasta 30 cm del fondo de la zanja, se instalará la placa de P.E. de protección y se rellenarán las zanjas con capas de tierra de 15 cm de espesor compactadas instalando la cinta de señalización a 40 cm aproximadamente de las placas de protección.

1.2.7.3. Cruces de calle

Para los cruces de calle se practicarán zanjas verticales perpendiculares a las aceras a una profundidad de 1,1 m y un ancho que dependerá del número de circuitos que esté previsto que se instalen; 0,4 m para un circuito y 0,75 m en el caso de dos circuitos.

El fondo de la zanja se recubrirá con hormigón en masa H-100 hasta un espesor de 6 cm para proceder a la instalación de los tubulares colocando siempre un tubular de más como mínimo.

Los tubulares se recubrirán con hormigón en masa hasta una altura de 30 cm respecto del fondo de la zanja. El tapado de la zanja se realizará con capas de tierra de 15 cm de espesor compactadas instalando la cinta de señalización a 40 cm aproximadamente de los tubulares.

Los tubos que se utilicen para la protección de los circuitos subterráneos media tensión en los cruces por calzada serán tubos rígidos de Polietileno (PE) de doble pared, una interior lisa y otra exterior corrugada, siendo el diámetro interior de 150 mm y el exterior de 160 mm. Serán de color naranja o rojo, con una resistencia a la compresión mayor de 450 N y un grado de protección xx9 según UNE-20.324. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando: Nombre, marca fabricante, designación, nº del lote o las dos últimas cifras del año de fabricación y Norma UNE EN 50086-2-4.

1.3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.3.1. Generalidades

El objeto del presente proyecto es el retiro de las líneas aéreas existentes procedente de la receptora Vilanova.

1.3.2. Descripción General

Los apoyos de esta línea están situados en zonas donde está prevista la construcción de viviendas y debido a que no se cumplirían las distancias mínimas reglamentarias y a que las ordenanzas municipales así lo establecen, en el presente proyecto se diseñará la sustitución de la red aérea por red subterránea dentro de la zona a urbanizar,

proyectando el trazado de los dos circuitos subterráneos de manera que se de continuidad a la línea de manera que pase de aéreo a subterráneo.

Tal y como se puede apreciar el plano correspondiente al desplazamiento de la red de Media Tensión, la afectación de red aérea dentro de la urbanización es de un apoyo metálicos, 8 de hormigón y 3 de madera (dos de los soportes son del Poste transformador a retirar) y un vuelo de 440 metros de cable de sección LA-92, de doble circuito que se deben eliminar.

En el último apoyo de la urbanización actualmente los dos circuitos realizan conversión en el límite de la actuación pasando a ser línea subterránea.

En la ubicación marcada en el plano se instalarán dos apoyos metálicos de celosía, uno de esfuerzo útil 3000 daN (en sustitución del soporte de madera) y altura 16 m y un segundo apoyo de esfuerzo útil de 7000 daN y 16 m de altura. Cada apoyo tendrá cuatros semicrucetas de 1,5 metros de longitud y dos semicrucetas de 1,75 m. montadas en cabeza y separadas verticalmente entre ellas a una distancia de 1,8 m.

En el segundo apoyo y final de línea, en cada semicruceta del apoyo se instalará un seccionador unipolar de corte manual (uno para cada fase).

La línea aérea que discurrirá ente los vanos anteriores y posteriores a los nuevos apoyos será de nueva instalación no aprovechando la red existente.

Se instalarán amarres aislados para la sujeción de los cables.

Los dos circuitos subterráneos estarán formados por tres conductores de Aluminio de aislamiento seco con 240 mm² de sección y discurrirán según trazado y disposiciones que marca el apartado de líneas subterráneas de media tensión.

Ambos circuitos tendrán su origen en el apoyo metálico final de línea, conectándose en este punto a los seccionadores de la red aérea mediante terminaciones exteriores.

1.3.3. Conductores

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT serán los contemplados en la norma Endesa GE AND010:

- Los conductores de aluminio con alma de acero se emplearán en zonas sin contaminación apreciable o con contaminación ligera.
- Los conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio son adecuados en zonas con contaminación salina fuerte o muy fuerte.
- Excepcionalmente, en las zonas con nivel de contaminación extremadamente grave se podrán instalar conductores de cobre.

Estando nuestra zona de aplicación en el primer punto.

Desig- Nación	Sección mm ²		Equi- valen- cia En Cobre mm ²	Diámetro mm		Composición				Carga de Rotura DaN	Resis- tencia eléctri- ca a 20°C Ω/km	Masa kg/km	Módulo de elastici- dad daN/mm ²	Coefi- ciente de dilata- ción lineal °Cx10 ⁻⁶
	Alu- minio	Total		Acero	Total	Alambres de aluminio		Alambres de acero						
						Nº	Diá- metro mm	Nº	Diá- metro mm					
LA 56	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1640	0,6136	189,1	7900	19,1
LA 110	94,2	116,2	60	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4310	0,3066	433,0	8000	17,8

La letra LA designa conductor de alambres de aluminio con alma de alambres de acero galvanizado.

La cifra es la sección nominal, redondeada, expresada en mm².

En nuestro caso al tratarse de líneas aéreas de sección LA-92, sección no normalizada en la actualidad, se procede a escoger la sección normalizada superior, por lo tanto LA-110 (Conductor de aluminio-acero galvanizado de 110 mm² de sección nominal).

Los conductores de las líneas principales serán de sección uniforme. Se usarán los tipos LA-180 o LA-110, de cargas máximas 400 A y 315 A, respectivamente (criterio de calentamiento para que la temperatura en el conductor no supere los 50 °C).

1.3.4. Soportes Metálicos

Dispositivo diseñado para soportar un conjunto de conductores mediante aisladores.

Los apoyos a utilizar en el diseño de LAMT serán los normalizados:

- Apoyo T1: Apoyo de ángulo: Su función es la de sostener los conductores, en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones.

Altura total: 16 m

Material: Acero S 275 JR ó S 355 JR

Galvanizado:Según UNE 37508

Esfuerzo nominal: 3000 daN.m

Esfuerzo de Torsión: 1400 x 1,5 daN.m

- Apoyo T2: Apoyo final de línea: Son los situados en el origen y final de la línea y su función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitudes de todos los conductores.

Altura total: 16 m

Material: Acero S 275 JR ó S 355 JR

Galvanizado:Según UNE 37508

Esfuerzo nominal: 7000 daN.m

Esfuerzo de Torsión: 1400 x 1,5 daN.m

Otros tipos de apoyos, no utilizados en este proyecto:

- Apoyos de alineación: Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto.
- Apoyos de anclaje: Proporcionarán puntos firmes que eviten la propagación a lo largo de la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- Apoyos especiales: Son aquellos que tienen una función diferente a las indicadas en los puntos anteriores.

1.3.4.1. Generalidades

Los apoyos que se utilizarán en la construcción de las líneas aéreas de MT serán en general de celosía. Podrán utilizarse, como alternativa, apoyos de hormigón vibrado o de chapa plegada. Se adecuarán a las características mecánicas de la línea y estarán integrados al entorno en el cual se realice su implantación.

Cuando las condiciones lo requieran se aplicarán tecnologías mixtas teniendo un especial cuidado en su integración al entorno.

Atendiendo a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

Apoyos metálicos de celosía, según norma GE AND001

Esfuerzo nominal daN	Alturas totales M
≤ 4500	12 – 14 – 16 – 18 – 20 – 22
≥ 7000	12 – 14 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 – 26

Los apoyos metálicos se definen por medio de tres grupos de siglas y números. Éstas, dispuestas en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- la sigla C, indicativa de celosía
- cifras que expresan en daN, el esfuerzo nominal del apoyo (En)
- cifras que expresan la altura en metros del apoyo

En nuestro proyecto según cálculos la nomenclatura será:

T1: C3000-16

T2: C7000-16

La designación corresponde a un apoyo metálico de celosía de 3000 y 7000 daN de esfuerzo nominal y ambos con 16 metros de altura total, respectivamente.

En la base del apoyo se colocarán las placas de señalización identificativas del número de apoyo y de los seccionadores.

Todos los elementos que componen los apoyos tienen que ir marcados a troquel para ser identificados y facilitar el montaje, según los términos, referencias y requisitos expresados a continuación.

En cada uno de los tramos o piezas sueltas (perfiles, cartelas, etc.) irá la marca del fabricante del apoyo y el número de la pieza de acuerdo con el plano de montaje correspondiente: los montantes llevarán un código que identifique el esfuerzo nominal del apoyo. Estas marcas serán totalmente legibles una vez estén las piezas montadas en el apoyo.

Los tornillos llevarán grabado o en relieve, en la parte superior de la cabeza, la marca del fabricante del tornillo y la numeración 5.6.

1.3.4.2. Esfuerzos nominales y coeficientes de seguridad

En la tabla se indican los esfuerzos y coeficientes de seguridad para los apoyos metálicos de celosía

Esfuerzo Nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga (daN)			Cota d (m)	Coef. de Seg. W	Carga límite especificado			
	V	L ó F	T			Carga de ensayo (daN)			Duración (s)
						V(1)	L ó F (2)	T(3)	
500	600 600	500	500	1,50	1,50 1,20	900 720	750+W	600	60
1000	600 600	1000	700	1,50	1,50 1,20	900 720	1500+W	8440	
2000	600 600	2000	1400	1,50	1,50 1,20	900 720	3000+W	1680	
3000	800 800	3000	1400	1,50	1,50 1,20	1200 960	4500+W	1680	
4500	800 800	4500	1400	1,50	1,50 1,20	1200 960	6750+W	1680	
7000	1200 1200	7000	2500	1,50	1,50 1,20	1800 1440	10500+W	3000	
9000	1200 1200	9000	2500	1,50	1,50 1,20	1800 1440	135000+W	3000	

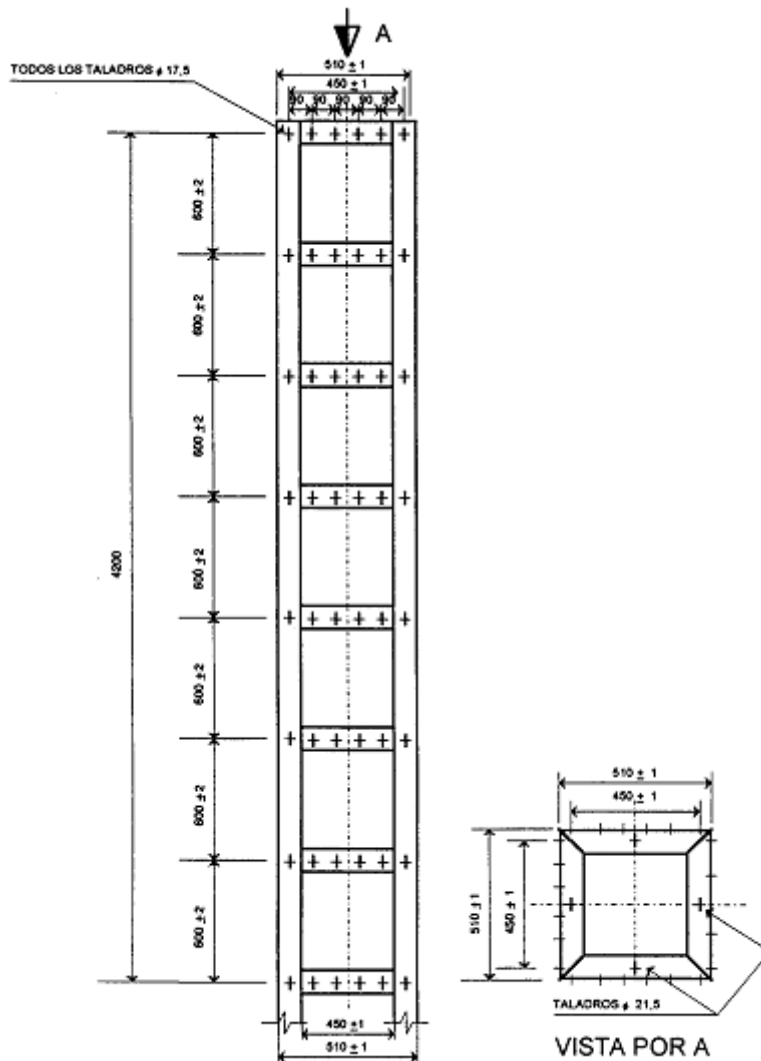
1.3.4.3. Composición y dimensiones de los apoyos

Los apoyos estarán compuestos por cabeza y fuste. El anclaje será la parte inferior del fuste. Entre la parte inferior del fuste y la línea de tierra teórica no será preciso disponer de diagonales, salvo las necesarias para facilitar el montaje.

- Cabeza:

Parte superior del apoyo, cuya forma prismática cuadrangular, estructura, dimensiones y orificios permanecen fijos para todos los apoyos de la misma serie. Las cuatro caras son idénticas.

La cabeza de estos apoyos tendrá la estructura y dimensiones que se indican en la figura y podrán disponer de los refuerzos adecuados de forma que no impidan el engarce de los armados.



- Fuste:

Parte inferior del apoyo, cuya forma tronco piramidal, de base cuadrada, es variable en función de la altura y del esfuerzo nominal del apoyo.

El fuste contendrá el anclaje, que será la parte variable comprendida entre la base y la línea teórica de tierra, y en el que no será preciso colocar diagonales.

El fuste estará formado por tramos de 6 metros de longitud máxima.

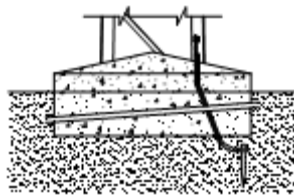
1.3.4.4. Puesta a tierra

Los apoyos metálicos estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo.

Los cuatro montantes de cada apoyo llevarán aproximadamente a 0,40 m del nivel teórico del terreno, un taladro para la conexión de la puesta a tierra.

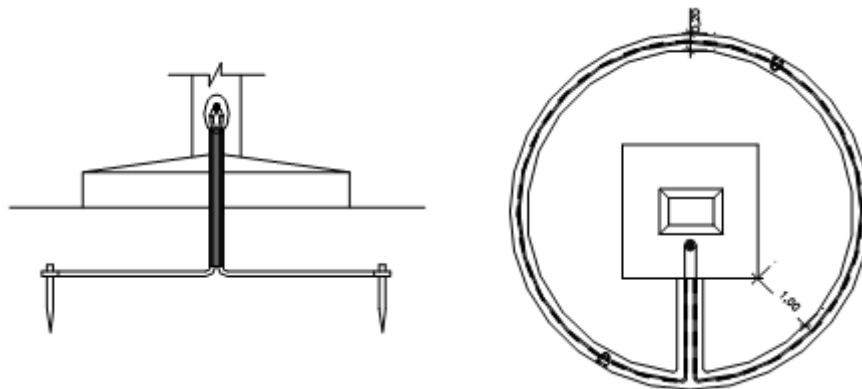
Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente en cabecera de línea, deberá asegurar la descarga a tierra de la corriente homopolar de defecto, y contribuir, en caso de contacto con masas susceptibles de ponerse en tensión, a eliminar el riesgo eléctrico de tensiones peligrosas. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será de $20\ \Omega$.

Cuando, debido a las características del terreno, no fuera posible obtener el valor de la resistencia de puesta a tierra indicado anteriormente, se admitirá un valor superior, siempre que se refuerce el aislamiento del apoyo hasta el valor correspondiente al escalón superior de tensión normalizada (aislamiento reforzado).



Puesta a tierra en apoyo normal (T1)

El apoyo situado en lugar de pública concurrencia, dispondrán de una toma de tierra en forma de anillo cerrado, enterrado alrededor de la cimentación, a 1 m de distancia de las aristas de ésta y a 0,5 m de profundidad. Al anillo se le conectarán como mínimo dos picas de acuerdo con la Norma GE NNZ035 y UNE 21056 de 2 m de longitud, 14 mm de diámetro y 300 μm de espesor de recubrimiento de cobre, hincadas en el terreno, de modo que se consiga un valor de resistencia menor de $20\ \Omega$.



Puesta a tierra en apoyo en zona de pública concurrencia o con aparato de Maniobra (T2)

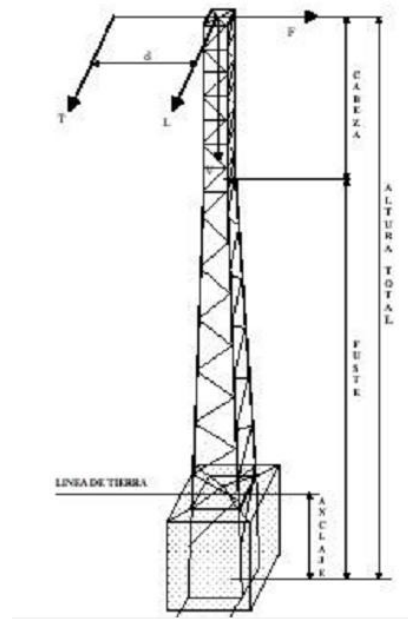
Caso de no conseguirse el valor exigido, se ampliará el electrodo mediante picas alineadas, y el cálculo de la puesta a tierra se hará según la publicación Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, de UNESA.

La estructura metálica de los apoyos se conectará a tierra. Todos los herrajes auxiliares, así como la tierra de los pararrayos y el chasis de la paramenta, si los hubiera, se conectarán a una línea general de tierra que a su vez estará conectada al anillo de puesta a tierra.

1.3.4.5. Materiales y ensamblaje

Los materiales que constituyan los apoyos serán piezas férrreas, protegidas mediante galvanización en caliente. Este tratamiento cumplirá lo establecido en la UNE EN ISO 1461.

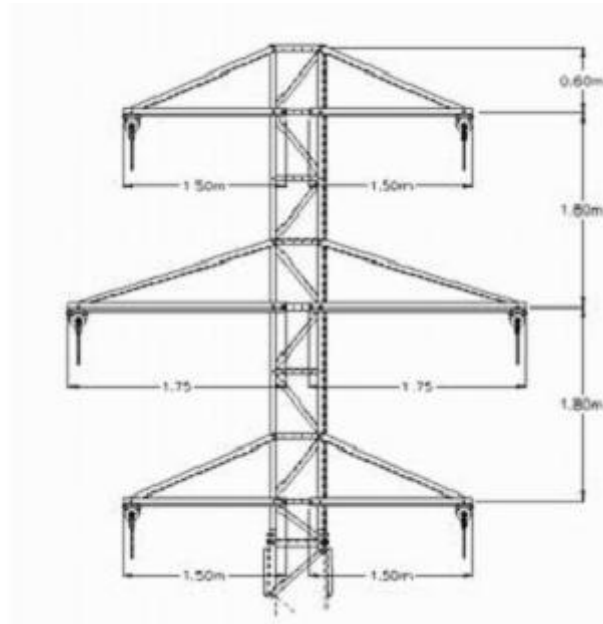
Las uniones soldadas (en la cabeza del apoyo) se efectuarán por el procedimiento de soldadura eléctrica por arco.



1.3.5. Armados

El tipo de armado será del tipo Pedraforca, con semicrucetas atirantadas.

Sobre la cabeza de los dos apoyos se instalarán dos semicrucetas (atirantadas) de 1,5 m de longitud y dos de 1,75 m de longitud y otras dos de 1,5 m. respecto al eje del apoyo, con una separación vertical entre ellas de 1,8 m.



En las semicrucetas se instalan las cadenas de amarre para fijar los conductores al apoyo
 En las semicrucetas del apoyo T2 (final de línea) se instalarán además los seccionadores unipolares.

La fijación de las cadenas al armado se deberá poder efectuar con herrajes, tornillos, horquillas o grilletes de las características fijadas en la correspondiente norma Endesa.

1.3.5.1. Descripción

El armado estará formado por angulares de acero y tornillería de las mismas características indicadas anteriormente y el tratamiento preservante establecido para el apoyo.

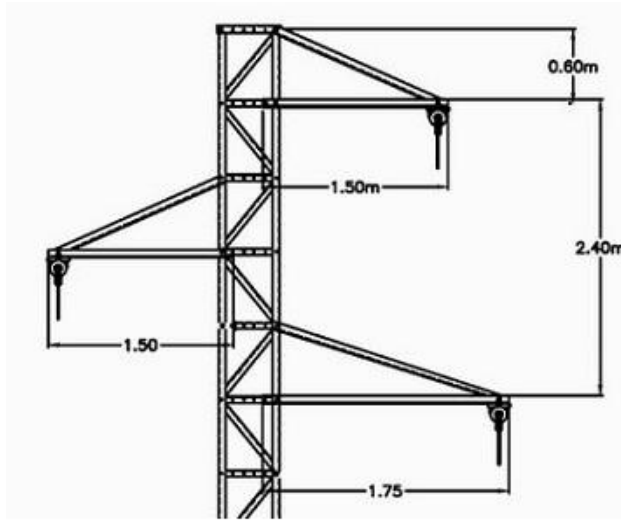
Solo se especificarán tipos de armados a utilizar en apoyos de celosía

1.3.5.2. Armado del tipo semicruceta atirantada

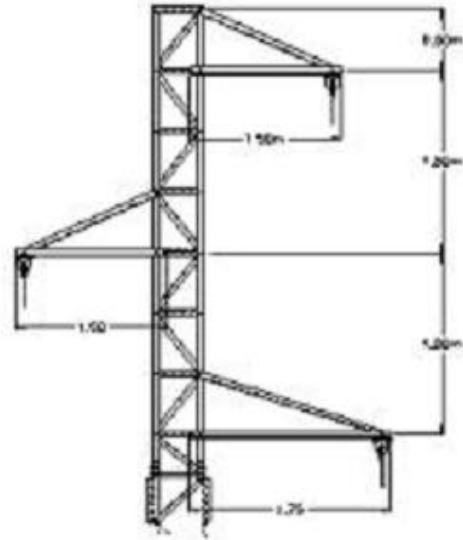
Se utilizará en los apoyos metálicos de celosía, bien en triángulo en líneas existentes o con paramenta, o en tresbolillo en nueva construcción tanto en simple o en doble circuito. Se utilizarán para apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje o fin de línea.

La longitud será de 1,5 y 1,75 m y podrán montarse con una separación entre ellas de 1,20 ó 1,80 m para un solo circuito, y a 1,80 m para dos circuitos. En Endesa se utilizarán preferentemente las de 1,5 y 2 m.

Tipos de montaje aparte del utilizado:



MONTSENY Corto



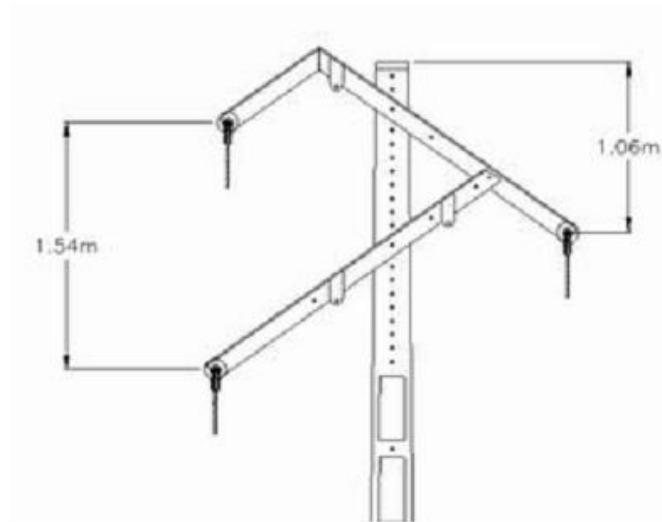
MONTSENY largo

1.3.5.3. Armado del tipo tresbolillo canadiense

Las crucetas tipo canadiense se utilizarán en apoyos de hormigón y chapa plegada, en apoyos con función de alineación o ángulo, con las limitaciones derivadas de los cálculos mecánicos de los apoyos.

Estas crucetas están diseñadas como disuasorias de la posada de aves.

Existen dos tipos de cruceta, simple para apoyos de alineación con conductor en suspensión y doble para apoyos de ángulo y cruce con conductor en amarre. Ésta última se usará con las limitaciones que puedan derivarse del cálculo.



Armado tipo canadiense

1.3.6. Aisladores

Los aisladores serán de cadena de amarre en el apoyo T1 y de cadena de amarre doble en el apoyo T2.

Se utilizará aislamiento de tipo compuesto polimérico en las líneas aéreas.

Las grapas de amarre serán del tipo GA 2.

1.3.6.1. Descripción

Los aisladores se dimensionarán en función del nivel de aislamiento de la línea, de la línea de fuga requerida, en función del lugar por donde discurra, y de la distancia entre partes activas y masa.

Los aisladores serán compuestos (poliméricos a base de goma silicona), de características adecuadas.

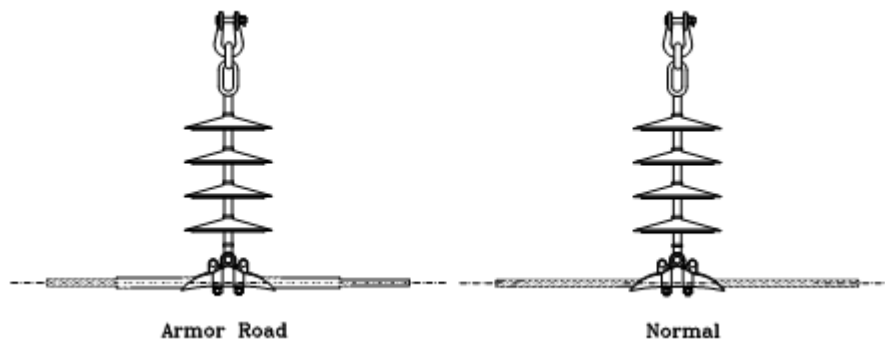
Los elementos de acoplamiento entre aisladores así como entre éstos y los herrajes o las grapas, serán:

- Acoplamiento Norma 16 (vástago mm): Carga de rotura mínima 7000 daN
- El aislamiento adquirirá la condición de reforzado, cuando las características dieléctricas que le corresponden en función de la tensión más elevada del material de la línea, se eleven al escalón inmediato superior de la tensión que le corresponde, y que se indica en el artículo 24 del RLAT.

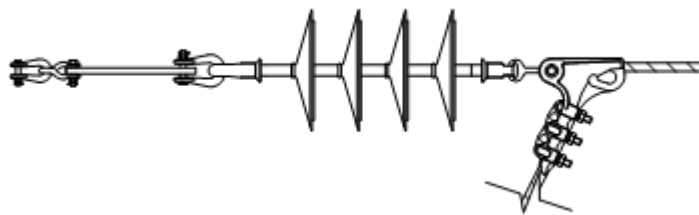
Los aisladores deberán soportar:

- Las solicitaciones mecánicas de la línea.
- Las solicitaciones eléctricas.

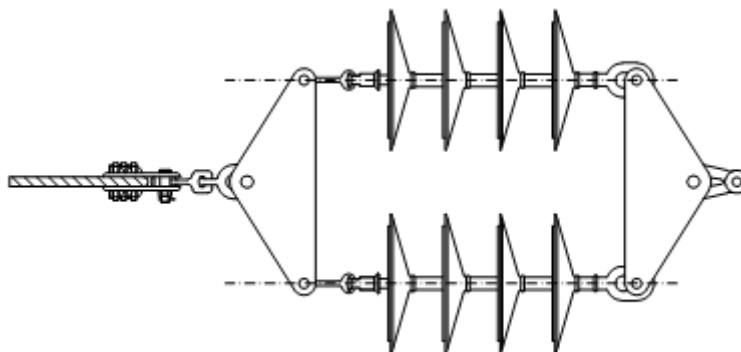
Cuando las solicitaciones mecánicas lo requieran o por razones de seguridad reglamentarias, podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo.



Cadenas de de suspensión



Cadenas de amarre



Cadenas de amarre doble

1.3.6.2. Aisladores compuestos

Los aisladores compuestos (poliméricos a base de goma silicona) constarán de:

- La barra auto portante aislante, de fibra de vidrio impregnada de resina.
- El recubrimiento protector que configura las aletas, de goma silicona.
- Los herrajes de acoplamiento, de acero galvanizado.

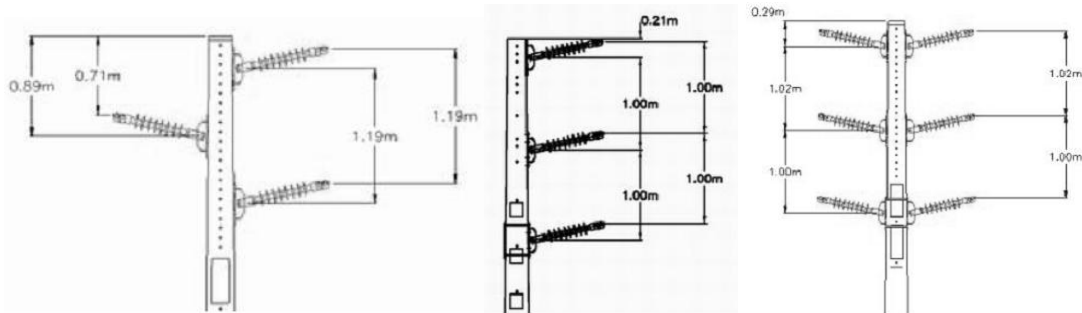
Sus características serán equivalentes a las indicadas en la tabla, y se ajustarán a la Norma GE AND012.

Tensión de la línea (kV)			Aislador	
Más elevada	Fase Tierra	Nominal	Longitud máxima (mm)	Línea de fuga (mm)
36	20,8	25	555	832
			655	1248

1.3.6.3. Brazos aislantes

Incorporan en un mismo elemento la función de cruceta de brazos independientes y la de aislamiento. Cumplirán la Norma UNE 21909 y la Norma GE AND014.

Los montajes a utilizar con brazos aislantes serán:



Moncaro

Puigsacalm

Montsant

1.3.6.4. Herrajes

Los herrajes utilizados para la formación de cadenas se ajustarán a la Norma GE AND009.

Los herrajes habitualmente utilizados serán:

- Horquilla bola HB
- Grillete normal GN

- Grillete revirado GR
- Anilla bola AB
- Alojamiento rótula normal R
- Alojamiento rótula larga R.P
- Rótula horquilla RH
- Grapas suspensión GS
- Grapas de amarre GA

La unión del conductor a la cadena de amarre se efectuará mediante grapas de amarre, que se ajustarán a la Norma GE AND009.

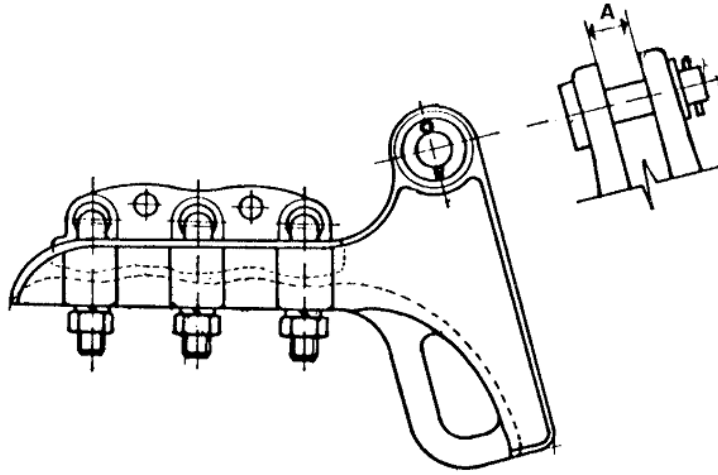
Las grapas de amarre, están diseñadas para ser empleadas en las líneas aéreas de AT con conductores desnudos de cobre, aluminio, aluminio-acero y aleaciones de aluminio.

Están constituidas por un cuerpo y una zapata de bronce o aluminio y la sujeción del cable se efectúa por presión de la zapata junto con unos estribos de acero inoxidable o acero galvanizado equipados con tuercas y arandelas del mismo material para ejercer el esfuerzo de apriete.

Las características más significativas se resumen en la tabla siguiente:

Tipo	Designación	Diámetro del conductor (mm)	Carga de rotura mínima (daN)	Carga de trabajo (daN)
1	GA 1	5 + 10	2500	1215
2	GA 2	10 + 16	5500	2500
3	GA 3	16 + 20	7500	3500

La carga de trabajo corresponde al esfuerzo que debe soportar sin que se produzca deslizamiento del conductor sobre la grapa hasta un 90 % del esfuerzo de rotura del cable de acuerdo con el artículo 10 del RLAT.



Grapas de amarre: En nuestro caso A, estará comprendido 18 y 20,5 mm

Admisibilidad de los conductores en grapas de amarre:

GRAPA	CONDUCTOR
GA1	LA – 56 LARL – 56
GA2	LA – 110 LARL – 78 LARL – 145E LARA – 125 PENGUIN
CGA2	C 35 C 50 E C70
GA3	LA – 180

- Yugo Alargadera
- Varillas de protección

Cuando la suspensión del conductor requiera la condición de seguridad reforzada, los conductores se protegerán mediante varillas de acero dispuestas helicoidalmente sobre el conductor de modo que, en caso de descarga disruptiva a tierra, éste no se vea afectado.

Las varillas se adaptarán a las características constructivas y dimensionales del conductor.

Serán resistentes a la corrosión, ya sea por las características propias del material o por el recubrimiento de cinc que se le aplique (espesor mayor o igual a 70 micras).

Los herrajes deberán soportar las siguientes solicitaciones mecánicas que se resumen en la tabla siguiente:

Elemento	Tipo	Designación	Carga de rotura mínima (daN)
Horquilla bola	16	HB 16	7500
Grillete	Normal	GN	7500
	Revirado	GR	7500
Anilla bola	16	AB 16	7500
Alojamiento rótula normal	16	R 16	7500
Alojamiento rótula larga	16	R 16 P	7500
Yugo doble	300	YT 300	12500
Alargadera	-----	Alargadera	5000
Rótula horquilla	16	HR 16	7500

1.3.7. Paramenta

1.3.7.1. Seccionadores

El apoyo final de línea irá dotado de seis interruptores unipolares (uno para cada fase) de corte al aire instalados en cada semicruceta con una dispuestos cabeza abajo.

El interruptor seccionador de polos independientes se instala en apoyos de celosía. Cada uno de los polos del interruptor estará situado en el extremo de una de las semicrucetas del armado, disposición en doble circuito.

Los polos del interruptor quedarán en posición invertida para evitar la posada de las aves. El accionamiento se efectuará desde una timonería común para las tres fases.

Las características del interruptor unipolar son las siguientes:

- Tensión asignada 36 kV

Nivel de aislamiento:

- Tensión soportada a impulso tipo rayo entre polos y entre éstos y masa ...170 kV
- Tensión soportada a 50 Hz entre polos y entre éstos y masa 70 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo (Distancia de seccionamiento) 195 kV

- Tensión soportada a 50 Hz (Distancia de seccionamiento) 80 kV
- Frecuencia asignada 50 Hz
- Corriente asignada 400 A
- Corriente admisible en servicio continuo (eficaz simétrica) 100 ó 400 A
- Corriente admisible de corta duración 16 kA
- Valor de cresta de la corriente admisible 40 kA
- Duración de la corriente admisible 1 s
- Poder de corte en caso de falta a tierra 50 A
- Poder de corte de cables y líneas en vacío 16 A

Denominaremos IS (Interruptor Seccionador), a los interruptores que cumplen también las condiciones de seccionador que se refiere el artículo 38 del RLAT, que no es capaz de abrir el circuito con la corriente de cortocircuito previsto en el punto de la instalación como pueden hacer los interruptores automáticos, pero sí que es capaz de abrirlo con su intensidad nominal de funcionamiento, a diferencia de los seccionadores, que deben ser accionados en vacío.

En su posición de apertura cumplirá las condiciones de aislamiento especificadas para un seccionador en la Norma UNE 21302-441.

La maniobra es trifásica simultánea en las tres fases y en los aparatos en que el corte no sea visible, existirán dispositivos que garanticen y que indiquen que el corte es efectivo.

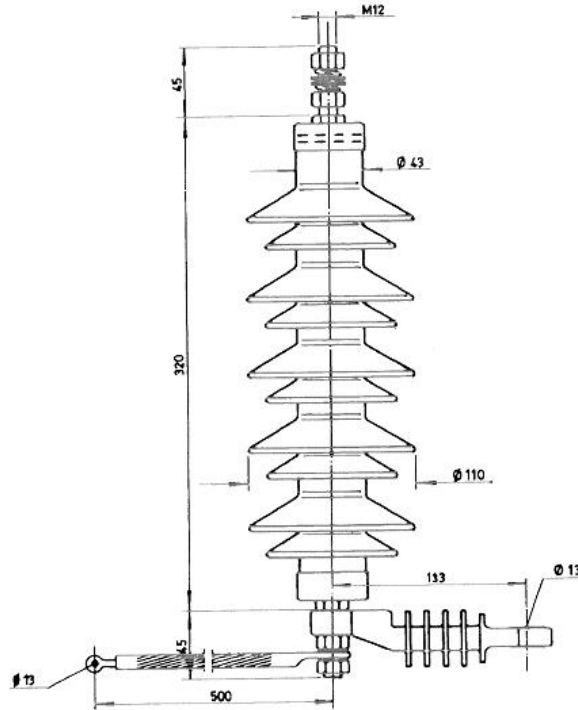
Las características principales de los interruptores seccionadores se indican en la tabla correspondiente.

Por sus características funcionales serán:

- Interruptor - seccionador de polos independientes (nuestro caso)
Interruptor de corte al aire con cámaras de extinción cerradas, mando manual y polos independientes.
- Interruptor - seccionador de corte en SF₆
Interruptor de corte en atmósfera de SF₆, con posibilidad de telemando

1.3.7.2. Pararrayos

Las auto válvulas o pararrayos son elementos de protección contra sobretensiones, tanto atmosféricas como de origen interno, que podrían producir perforaciones en el aislamiento de los conductores subterráneos.



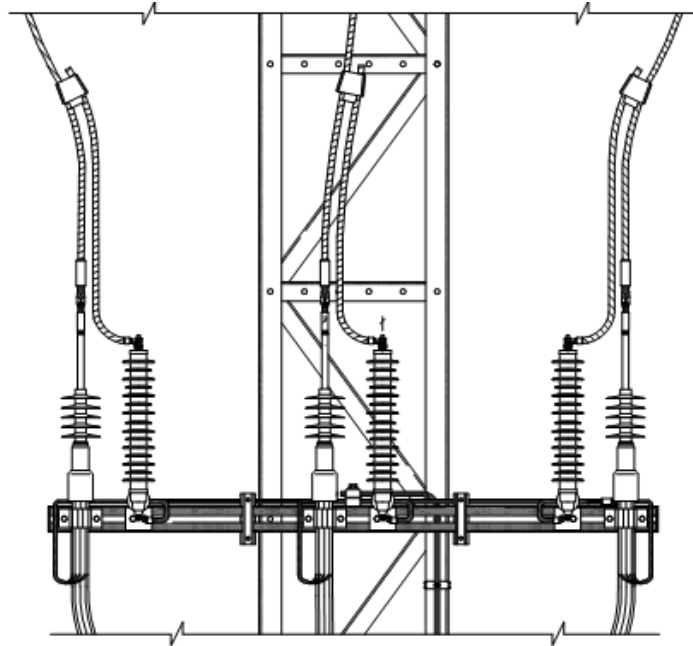
Las autoválvulas previstas a instalar serán de óxido de Zinc con dispositivo de desconexión y envolvente polimérica, de las siguientes características:

Características	Valor asignado para 11 kV	Valor asignado para 25 kV
Tensión asignada	≥ 11 kV	25 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA	10 kA
Tensión máxima de servicio continuo	$\geq 10,2$ kV	$\geq 24,4$ kV
Tensión residual (onda 8/20 μ s a 10 kA)	$\leq 42,4$ kV	≤ 96 kV
Margen de protección	> 80 %	> 80 %
Tipo de aislamiento	Polimérico	Polimérico
Línea de fuga	≥ 460 mm	≥ 750 mm
Intensidad de descarga de larga duración	250 A/2000 μ s	250 A/2000 μ s
Característica tensión - tiempo	14,2 kV durante 1000 s	30 kV durante 1000 s

Los pararrayos se instalarán fijados a la propia estructura que soporte las terminaciones del cable subterráneo y siempre por debajo de los conductores de la línea. Se procurará que la conexión entre el pararrayos y el terminal del conductor sea lo más corta posible. En las zonas de importancia para la avifauna se tomarán medidas adicionales tal como

proteger las aves de contactos directos accidentales con puentes aislados y grapas aisladas y aislamiento de anclaje con una distancia a elementos en tensión de un metro. Los pararrayos se instalarán fijados a la propia estructura que soporte las terminaciones del cable.

En la figura se puede ver un ejemplo de ubicación y conexión de pararrayos.



1.3.7.3. Otros tipos de paramenta: (no utilizados en este proyecto)

Reconector automático

Se trata de un interruptor automático, tal como contempla el artículo 39 de RLAT, que es capaz de abrir el circuito con la corriente de cortocircuito prevista, y que, además, incorpora un automatismo capaz de desconectar cuando detecta el paso a través suyo de una corriente de defecto predeterminada, y reconectar posteriormente en unas condiciones y tiempos también prefijados. La maniobra es trifásica simultánea en las tres fases.

Seccionalizador

Denominamos seccionalizador a un seccionador de apertura en vacío, al que, además, se le ha asociado un automatismo capaz de desconectar en las siguientes condiciones: Haber detectado el paso de una corriente de defecto mínima predeterminada. Que el

defecto se ha repetido un número definido de veces en un tiempo concreto. Que no hay tensión en la línea de llegada.

Los seccionadores son dispositivos inteligentes diseñados para discriminar entre faltas transitorias y permanentes que se producen en las líneas aéreas de MT. No son aparatos de interrupción de cortocircuito y, por tanto, no podrán utilizarse aisladamente, sino en coordinación con un interruptor automático de cabecera provisto de reconexión automática.

1.3.8. Conversiones MT

En los casos de un cable subterráneo de MT intercalado en una línea aérea de MT o intercalado entre una línea aérea de MT y un CT, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será seccionable cuando el cable una la línea aérea con un CT. Podrá no serlo cuando el cable esté intercalado en la línea aérea.

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrá en la cimentación del apoyo.

Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una anchura mínima de 1,5 veces el diámetro de un cable unipolar, y una longitud de unas tres veces su anchura.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

1.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.4.1. Generalidades

Los centros de transformación utilizados serán de la compañía FECSA-ENDESA, la tensión de suministro será de 25 kV trifásica a una frecuencia comercial de 50 Hz.

Los CT estarán diseñados para el nivel de tensión de 25 kV, aún cuando la tensión de la red sea de 11 kV. Podrán alojar uno o dos transformadores. La entrada de la red de distribución al CT se efectuará mediante cables subterráneos, y en nuestro proyecto estará ubicado en un centro prefabricado de instalación de superficie de la marca ORMAZABAL.

Tipos de ubicaciones:

- Edificio independiente
 - Edificio prefabricado de instalación en superficie (nuestro proyecto)
 - Edificio de obra civil de instalación en superficie.
 - Edificio prefabricado de instalación subterránea.

Los CT subterráneos quedarán restringidos a aquellos casos en que a criterio de la Empresa distribuidora, la instalación en superficie no sea posible
- Edificio destinado a otros usos
 - Instalados en planta baja con salida directa a la vía pública.
 - Instalados en primeros sótanos con salida directa a la vía pública.

Los CT en primeros sótanos, únicamente se instalarán cuando no sea posible la instalación en planta baja. En este caso deberán cumplir las Normas Técnicas de la Edificación así como aquellas normas específicas que les sean aplicables.

1.4.2. Ubicación de los Centros de Transformación

Técnicamente, la ubicación idónea para un nuevo centro de transformación sería aquella que le permitiera realizar la distribución de la red de baja tensión con la menor longitud de línea posible y emplazándolo de manera que los consumos más elevados queden

situados lo más cerca posible, consiguiendo, de este modo, una reducción de las pérdidas de potencia en la red y la mínima caída de tensión.

También hay que tener en cuenta el coste que implicará la construcción de la red de media tensión que alimente al centro de transformación, ya que el punto de conexión a la red de M.T. puede estar muy alejado de la ubicación técnicamente más correcta, y considerando que el coste de construcción de la nueva red lo debe asumir el promotor (Cap. IV Reglamento sobre Acometidas Eléctricas, R.D. 2949/1982) y los kW·h que se pierdan en la red de distribución irán a cargo de la Compañía, se genera un conflicto de intereses que provoca numerosas discusiones a la hora de definir la ubicación de un nuevo centro de transformación.

Otro de los factores que no se puede olvidar, es el impacto sobre el entorno que provoca la construcción de un centro de transformación, motivo por el cual se suelen situar en terrenos destinados a jardines o zona comunes, siendo los centros integrados en edificios la solución con menos impacto ambiental. Esta opción presenta el inconveniente de que es necesaria la cesión de un local del edificio para su construcción.

Teniendo en cuenta que la electrificación de la urbanización se realizará antes de que se inicie la construcción de las viviendas, es necesario instalarlos en terrenos destinados a jardines o zonas comunitarias. La ubicación definitiva queda reflejada en el plano correspondiente, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- El emplazamiento del CT será tal que su acceso se realice siempre directamente desde la calle o vial público a través de una puerta ubicada en línea de fachada.
- El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que salgan de él, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- El nivel freático histórico más alto se encontrará 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.
- En los CT de edificio independiente, el terreno donde se elija el emplazamiento, será capaz de soportar las presiones que le transmitan las cimentaciones superficiales directas. Para ello se realizará un estudio geotécnico simplificado

(1 sondeo). En el caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

- En los casos en que la ubicación sea a más de 1000 m de altitud, se tendrá en cuenta el criterio recogido en la ITC MIE-RAT 12, apartado 3.3.4. (no es aplicable en el objeto del presente proyecto)

1.4.3. Accesos

Las condiciones a tener en cuenta para determinar la accesibilidad a los CT del tipo superficie prefabricado, serán las siguientes:

El acceso se efectuará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de la empresa distribuidora. Este acceso estará situado en una zona en la que, con el CT abierto, se deje paso libre permanentemente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del propio CT, de los transformadores y demás elementos integrantes del CT.

Los suelos de las zonas por donde deba desplazarse el transformador para ir a su emplazamiento definitivo, deberán soportar una carga rodante de 4.000 daN apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes 0,67 m.

Los huecos destinados a accesos y ventilaciones cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la ITC MIE-RAT 14 y en la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI 96.

1.4.4. Casetas Prefabricadas Ormazábal

1.4.4.1. Generalidades

Los centros de transformación utilizados, en el presente proyecto, serán del tipo UNIBLOCK de la marca ORMAZABAL. Estos tipos de Centros de transformación, se basan en la combinación de piezas básicas de hormigón prefabricado, que con la combinación de diferentes piezas obtendremos diferentes tipos de edificios (UNIBLOCK).

Todos los centros de transformación de este proyecto serán del tipo PFU-5, a excepción del C, que será PFU-4.

La calidad de los diferentes edificios UNIBLOCK, ha estado reconocida por la comisión de calidad UNESA, por los excelentes resultados obtenidos en los ensayos realizados según la RU 1303 A (centro de transformación prefabricados de hormigón).

Los transformadores se instalarán según la previsión de potencia, tal y como se observa en los documentos adjuntos a este proyecto.

El conjunto de estos centros es de hormigón vibrado, y se componen de dos partes: una que se compone de fondo y pared, que incorpora puertas y rejillas de ventilación natural y el otro que incorpora techo.

Todos los armados de hormigón están unidos entre sí al colector de tierra, según RV1303, las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k Ω , respecto al tierra del conjunto.

El acabado estándar del CT, se realiza con una pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes y marrón en el techo y rejillas.

1.4.4.2. Rejillas de Ventilación

Para los huecos de ventilación se dispondrá de un sistema de rejillas que impidan la entrada de agua y pequeños animales.

Estarán básicamente constituidas por un marco y un sistema de lamas en forma de V invertida, que impida la introducción de alambres que puedan tocar partes en tensión. Tendrán un grado de protección mínimo IP 23, IK 10.

Todas las rejillas de ventilación irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y estarán separadas al menos 0,10 m de las armaduras de los muros.

Se montarán verticalmente y de forma que la parte inferior de las rejillas esté situada como mínimo a 0,25 m de la rasante del suelo exterior del CT.

Las rejillas de ventilación podrán colocarse también insertadas en las puertas de acceso. La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la MIE-RAT 014 apartado 3.3, utilizándose únicamente el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñará de modo que la circulación de aire pase alrededor del transformador.

El dimensionamiento y situación de las ventanas, así como el tipo de rejillas de que estén provistas, deberá indicarse en los planos correspondientes. Las rejillas estarán dotadas de una tela mosquitera con una luz máxima de 6 mm.

Esta ventilación queda avalada en el protocolo nº 93066-1-E para transformadores de potencia inferior o igual a 630KVA y el protocolo nº 92202-1-E para transformadores de potencia mayores.

Estos protocolos, han sido realizados por personal de Ensayos e Investigaciones Industriales LABEIN, de acuerdo con la normativa.

1.4.4.3. Puertas y Tapas de Acceso

La entrada al Centro de Transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de aparamenta, en la que se encuentran las celdas de Media Tensión, cuadros de Baja Tensión y elementos de Control del Centro.

Cada transformador cuenta con una puerta propia para permitir su extracción del Centro o acceso para mantenimiento.

Las puertas de acceso, tanto para la sala del transformador como para la de las celdas, tendrán las siguientes dimensiones mínimas: 1,25 x 2,40 m.

La puerta de acceso para el personal, deberá disponer – además del dispositivo de cierre procedente de fábrica – de un accesorio que permita la colocación de candado.

Una vez colocado el candado, imposibilitará el accionamiento del dispositivo de cierre procedente de fábrica.

Las puertas de acceso al CT se situarán preferentemente en una misma fachada. Se abrirán hacia el exterior y deberán poder abatirse sobre el paramento. Sus salientes se reducirán al mínimo.

La carpintería y cerrajería será metálica de suficiente solidez para garantizar la inaccesibilidad. El grado de protección de las puertas será como mínimo IP 23, IK 10.

Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de transformadores serán las adecuadas para permitir su paso (2,7 x 1,6 m de luz mínimo, con ancho de hoja no superior a 0,9 m).

Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de celdas permitirán el paso de las celdas de MT (2,7 x 1,5 m de luz mínimo, con ancho de hoja no superior a 0,9 m).

Ambas puertas, tanto la de acceso a la sala de celdas como la de acceso a sala de transformadores, podrán unificarse en una sola puerta de medidas apropiadas.

Todas las puertas y herrajes de cierre, irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial y estarán separadas al menos 0,10 m de las armaduras de los muros.

Dimensiones de las puertas utilizadas en este proyecto de los centros de transformación tipo PFU de Ormazábal son:

- Puerta de acceso personal: 900/1100 x 2100 mm.
- Puerta de transformador: 1260 x 2100/2400 mm.

Los dos tipos de puertas pueden abrirse 180°.

La puerta de acceso a personal dispone de un sistema de cierre, con la finalidad de garantizar la seguridad de funcionamiento y evitar la apertura imprevista. Las puertas tienen dos puntos de anclaje, uno a la parte superior y otro en la inferior.

1.4.4.4. Pantallas de protección

Las celdas de transformador estarán protegidas, para impedir el contacto accidental de las personas con las partes en tensión, por pantallas metálicas macizas desmontables que, una vez instaladas, den al conjunto un grado de protección IP20 IK10 según Norma EN 50102. Por una de las caras accesibles se dispondrá de una mirilla transparente de 400 x 200 mm situada a 1,5 m del suelo. En este punto el grado de protección podrá quedar reducido a IP20 IK5.

Entre las partes en tensión y dichas protecciones, deberá existir, como mínimo una distancia de protección 0,30 m, según se indica en la MIE-RAT 14.

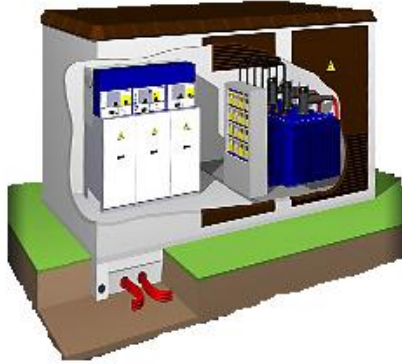
Las pantallas deberán cubrir la celda hasta una altura de 2 m, y la parte inferior de la pantalla estará situada como máximo a 0,3 m del suelo del CT.

Las pantallas y sus soportes se conectarán a tierra.

1.4.4.5. Cimentación

Para la ubicación de los centros de transformación es necesaria una excavación de las medidas siguientes:

	PFU-4	PFU-5
Longitud	5260 mm	6880 mm
Ancho	3180 mm	3180 mm
Profundidad	560 mm	560 mm



Seccionado de un centro de transformación prefabricado (PFU-3)

1.4.4.6. Dimensiones

Las dimensiones de los edificios son:

Centros hasta 36 kV		PFU-4	PFU-5
Dimensiones exteriores	Longitud (mm)	4460 mm	6080 mm
	Anchura (mm)	2380 mm	2380 mm
	Altura (mm)	3240 mm	3240 mm
	Superficie (m ²)	10,7 m ²	14,5 m ²
	Altura vista (mm)	2780 mm	2780 mm
Dimensiones interiores	Longitud (mm)	4280 mm	5900 mm
	Anchura (mm)	2200 mm	2200 mm
	Altura (mm)	2550 mm	2550 mm
	Superficie (m ²)	9,4 m ²	13 m ²
Peso (kg)		12.500	18.800

1.4.4.7. Solera, Pavimento

Todos los elementos están fabricados de una sola pieza de hormigón, tal y como se ha indicado anteriormente. Sobre la placa base y a una altura de 460 mm, está situada la solera, quedando un espacio vacío entre las dos, que permite el paso de los conductores de MT y BT, a los que se accede a través de unos orificios cubiertos con dos losas.

En el lugar del transformador dispone de dos perfiles en forma de “U”, que pueden ser desplazados en función de la distancia de las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontales y posteriores se encuentran los orificios para los conductores de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, perforándose totalmente en obra estrictamente los necesarios para el nuevo suministro. Del mismo modo se disponen de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas de las tierras exteriores.

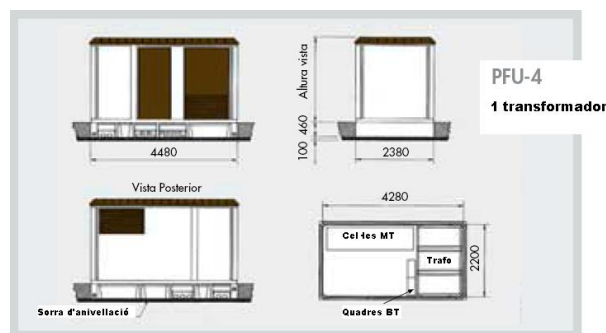
En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, puertas del transformador y rejas de ventilación. Todos estos materiales están prefabricados con chapa de acero.

1.4.4.8. Condiciones de servicio

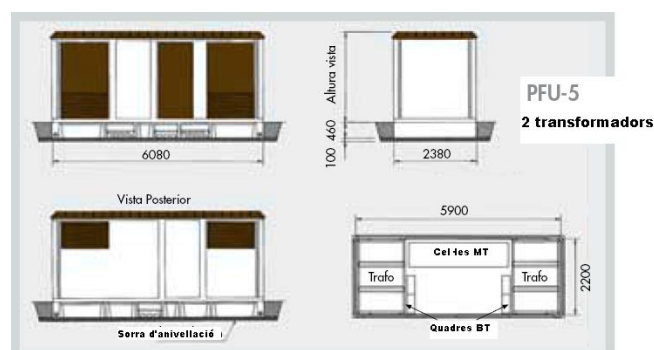
Las casetes prefabricadas UNIBLOCK están construidas para soportar las siguientes condiciones de trabajo:

- Sobrecarga de nieve de 250 kg/m^2 en cubiertas.
- Sobrecarga en solera de 600 kg/m^2 .
- Carga de un transformador de 5000 kg sobre la meseta.
- Las temperaturas de funcionamiento de un PFU-4 y un PFU-5 son: (hasta una humedad del 100%)
 - Mínima transitoria -15°C
 - Máxima transitoria $+50^\circ\text{C}$
 - Máxima media diaria $+35^\circ\text{C}$

Estos datos corresponden a una altura de 2500 m por encima del nivel del mar de acuerdo con la norma MV-101-1962.



Centro de transformación "c"



Centro de transformación "D, E, F, G, H,"

1.4.5. Señalización y material de seguridad

Los CT cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional Alta tensión. Riesgo eléctrico.
- En el exterior y en el interior del CT, figurará el número de identificación del CT. La identificación se efectuará mediante una placa normalizada por la empresa distribuidora.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10.
- Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- La señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.
- Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar correspondiente, habrá un cartel con las instrucciones citadas.
- Los aparatos de maniobra de la red y de los transformadores estarán identificados con el número que les corresponda, en relación con su posición en el circuito general de la red.
- El CT estará provisto de una banqueta aislante de maniobra para MT.
- En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente, y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- También se pondrá cualquier otra señalización que la empresa distribuidora considere oportuna para mejorar la operación y la seguridad de sus instalaciones, como “las cinco reglas de oro”.

1.4.6. Paramenta de Media Tensión:

La paramenta de media tensión es idéntica para los centros de transformación D, E, F, G, H, está constituida por un conjunto compacto de cuatro celdas, dos de maniobra de línea y dos de protección del transformador.

El Centro de Transformación C al disponer de un solo transformador solo requiere una celda modular de protección para el único transformador.

1.4.6.1. Celdas SF6

1.4.6.1.1. Generalidades

Se entiende por celda el conjunto de paramenta prefabricada bajo envoltente metálica con una única cuba de SF6 provista de una o varias unidades funcionales, bien de línea, bien de protección, o bien de ambas.

El aislamiento se realiza mediante gas SF6, situado en una única cuba para los tres módulos en la que se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

Las celdas de MT corresponderán al tipo de celdas prefabricadas bajo envoltente metálica en las modalidades de compactas o modulares contempladas en la norma GE FND003 con corte y aislamiento en SF6.

Estarán motorizadas e incorporarán los relés de detección de paso de falta o indicadores de cortocircuito (ICC) indicados en la norma GE DMC001.



Celdas compactas 2L+1P Extensibles

1.4.6.1.2. Diseño y construcción

La celda debe diseñarse de forma tal que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento, la verificación de la presencia o de la ausencia de tensión en el circuito principal incluyendo la comprobación del orden de sucesión de fases, la puesta a tierra de los cables conectados, la localización de los defectos en los cables, los ensayos dieléctricos de los cables o de otros aparatos conectados y la supresión de las cargas electrostáticas peligrosas, puedan efectuarse sin riesgo para las personas.

1.4.6.1.3. Dieléctrico utilizado

El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento y extinción excepto en el caso de interruptor automático con corte en vacío será hexafluoruro de azufre – SF₆ – con una presión superior a la atmosférica. Las prescripciones para el hexafluoruro de azufre nuevo son las indicadas en la norma UNE 21 339.

1.4.6.1.4. Puesta a tierra

Circuito Principal

Todas las partes activas protegidas por una cubierta amovible – conexiones de terminales de cables y fusibles – tendrán enclavada dicha cubierta de forma tal que previamente a su apertura deban ser puestas a tierra a través del seccionador o seccionadores de puesta a tierra.

Envolvente

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar conectados a tierra por medio de un conductor dispuesto a lo largo de todas las celdas.

Dicho conductor común de tierra estará constituido por una pletina de cobre de 90 mm² de sección como mínimo. Esta pletina, provista de dos orificios para tornillos de rosca M12, deberá permitir la conexión a la misma del sistema de tierras por ambos extremos desde el exterior del equipo así como la conexión de las pantallas metálicas de los cables. Estará situada en la celda de forma tal que para introducir o extraer un cable y su terminal correspondiente no sea necesario desmontarla ni total ni parcialmente. Las cubiertas metálicas amovibles, susceptibles de ser tocadas desde el exterior estando la celda en servicio, deberán estar unidas al resto de la envolvente fija por medio de tornillos y tuercas provistos de arandelas especiales que garanticen la continuidad

eléctrica por penetración de los resaltes en las chapas respectivas. Las cabezas de los tornillos destinados a esta función se diferenciarán claramente por su forma o por su color. Para las partes amovibles recubiertas con tratamientos conductores, se considera satisfecha esta condición por las fijaciones – tornillos – de montaje.

1.4.6.1.5. Mandos

La maniobra de cierre y apertura de los interruptores-seccionadores y de los interruptores automáticos así como la de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será independiente de su forma de actuación.

En cada función, las maniobras del interruptor y de su seccionador de puesta a tierra asociado, se efectuarán en dos emplazamientos diferentes situados en el frente de la celda.

1.4.6.1.6. Funcionamiento de los disparadores

La celda de protección estará prevista para que, si se solicita, se pueda colocar una bobina de disparo con sus contactos auxiliares. La bobina funcionará a 220 V en corriente alterna y actuará entre el 85% y el 110% de dicha tensión. Esta bobina debe ser fácilmente sustituible sin interrupción del servicio.

1.4.6.1.7. Grado de protección

Penetración cuerpos sólidos:

Las cubiertas metálicas de los compartimentos de mando, de terminales de cables y fusibles, deberán poseer un grado de protección IP igual a 3X de acuerdo con la norma UNE 20 324 salvo en la parte correspondiente a la zona de paso de cables.

Impactos mecánicos:

Las cubiertas metálicas de los compartimentos de mando, de terminales de cables y fusibles, deberán poseer un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 08 de acuerdo con la norma UNE 50 102.

La mirilla situada en la cubierta metálica de la celda deberá poseer un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 06.

Asimismo, la cuba y su mirilla, si la tuviese, tendrán un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 09.

1.4.6.1.8. Arco interno

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito trifásico en el interior de la cuba de gas que conduzca a la destrucción de la celda, se adoptarán las condiciones constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que puedan encontrarse en su proximidad.

1.4.6.1.9. Envolvente

La envolvente metálica de la celda fabricada con chapa debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización.

Compartimentos accesibles desde el exterior

Las celdas que realicen la función de línea, dispondrán en su parte frontal de un comportamiento que permita el fácil acceso a la zona de terminales de cables y las celdas que realicen la función de protección a la zona de fusibles.

El cierre de cada compartimento se realizará en dos o más puntos de sujeción para lo cual deberán accionarse dos de ellos como mínimo.

No serán necesarios ni llaves ni herramientas para la apertura del compartimento de acceso a la zona de fusibles de la celda de protección.

Mirillas

En el caso de que la cuba de gas disponga de una mirilla para la observación visual de algún elemento constitutivo situado dentro de la misma, esta mirilla deberá ser de material inastillable.

Además, la mirilla deberá cumplir el ensayo con el hilo incandescente, aplicado a 850°C, de acuerdo con la norma UNE 20 672/2-1.

Esquema eléctrico

En la parte frontal de la celda estará representado, de forma clara e indeleble, un esquema sinóptico del circuito principal dibujado con líneas de 4 mm de anchura mínima que contenga los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o de cierre del interruptor-seccionador, del interruptor automático y de su seccionador y del seccionador de puesta a tierra. Dichos dispositivos deberán indicar en todo momento la situación real.

La parte del esquema sinóptico que representa la posición del interruptor-seccionador o del interruptor automático y de su eventual seccionador será de color negro y la correspondiente al seccionador de puesta a tierra será de color rojo.

Dimensiones

Las dimensiones de las celdas no sobrepasarán las cotas que se indican en la Tabla.

Tensión asignada kV	Altura mm	Profundidad mm	Anchura mm	
			1L	1P
24	2000	850	500	600
36	2100	1100	550	600

1.4.6.1.10. Placa de seguridad

Las celdas objeto de este Estándar irán provistas en la cuba de gas de una placa de seguridad que en el caso de producirse un arco interno facilite la salida de los gases producidos mediante su apertura.

Dicha placa de seguridad estará situada y diseñada de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de alta tensión.

1.4.6.1.11. Interruptores

Generalidades:

Por razones de seguridad los interruptores-seccionadores y los interruptores automáticos deberán estar diseñados de forma tal que no pueda circular ninguna corriente de fuga peligrosa entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato en la posición de apertura.

Deberá verificarse que las posibles corrientes de fuga mencionadas anteriormente no excedan de 0,5 mA.

Interruptor-seccionador

El interruptor-seccionador dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o de cierre.

El interruptor-seccionador cumplirá la norma UNE 20 104/1 y será del tipo de frecuencia de maniobra elevada.

1.4.6.1.12. Seccionador de puesta a tierra

Las funciones de línea estarán provistas de seccionadores de puesta a tierra situados entre los pasatapas enchufables y el interruptor-seccionador.

En las funciones de protección con interruptor automático los seccionadores de puesta a tierra estarán dispuestos entre los pasatapas enchufables y el seccionador del interruptor automático.

En la función de protección con fusibles limitadores se dispondrá de dos seccionadores de puesta a tierra accionados por un mismo mando que pondrán a tierra ambos extremos del cartucho fusible.

Cuando existan dos seccionadores, el situado a la salida del fusible tendrá un poder de cierre sobre cortocircuito mínimo de 2,5 kA (cresta).

La velocidad de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será independiente de la acción del operador.

1.4.6.1.13. Enclavamientos

La celda dispondrá de un sistema de enclavamientos que garantice las condiciones siguientes:

- El interruptor-seccionador o el conjunto interruptor automático más seccionador y los seccionadores de puesta a tierra no podrán estar cerrados simultáneamente excepto en las operaciones de prueba del interruptor automático con su seccionador asociado abierto.

Por tanto, en el caso del interruptor automático sin seccionador asociado, no se podrá efectuar la prueba de este interruptor.

- Tanto el interruptor-seccionador como el conjunto interruptor automático más seccionador y los seccionadores de puesta a tierra dispondrán de un dispositivo que permita bloquear su maniobra en la posición de abierto y opcionalmente en la de cerrado.
- La función de protección con fusibles tendrá un sistema de enclavamiento que impida el acceso a los compartimentos de los fusibles mientras no estén cerrados los correspondientes seccionadores de puesta a tierra. Estos seccionadores no podrán abrirse en explotación normal hasta que no estén cerrados los compartimentos anteriores.
- En la función de línea y en la de protección con interruptor automático la tapa del compartimento de los terminales estará enclavada con el correspondiente seccionador de puesta a tierra, de tal forma que se impida el acceso a los terminales de los cables de alta tensión mientras no está cerrado el correspondiente seccionador de puesta a tierra.

1.4.6.1.14. Pasatapas de cables exteriores

Las conexiones para el embornado de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior serán:

- En el caso de la función de línea y de protección con interruptor automático:

Pasatapas con conexión reforzada de 400 ó 630 A, de acuerdo con las dimensiones indicadas en el apartado 5.2 de la recomendación UNESA 5205.

- En el caso de la función de protección con fusibles:

Pasatapas de 200 A, como mínimo, de acuerdo con las dimensiones indicadas en el apartado 5.2 de la recomendación UNESA 5205

Los pasatapas estarán dimensionados para soportar la corriente admisible de corta duración.

1.4.6.1.15. Detectores de tensión

Los detectores de tensión estarán incorporados a la celda y consistirán en tomas de corriente para dispositivos amovibles que indiquen la presencia de tensión mediante señales luminosas.

1.4.6.1.16. Bases para fusibles

La celda de protección dispondrá de bases para fusibles limitadores de corriente que cumplan la recomendación UNESA 6405.

Los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante

Los contactos de la base estarán plateados, con un espesor mínimo de 5 mm.

También se admitirán contactos niquelados, previo acuerdo entre el fabricante y el usuario.

Serán perfectamente estancos respecto al gas y al medio exterior.

1.4.6.1.17. Embarrado

El embarrado debe soportar, sin deformaciones permanentes, los esfuerzos dinámicos producidos por el valor de cresta de la corriente admisible asignada de corta duración.

Asimismo, el embarrado deberá soportar también los ensayos dieléctricos especificados.

En las celdas extensibles, los aislamientos que recubren los embarrados, deberán estar provistos de pantallas semiconductoras puestas a tierra.

Conexión entre celdas

La conexión eléctrica y mecánica entre celdas se realiza, mediante un elemento que se denomina conjunto de unión, que permite la unión del embarrado de las celdas del sistema CGM y sin necesidad de repones gas SF6.

El conjunto está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que montados a la salida del embarrado existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

1.4.6.1.18. Cuba de SF6

Compartimento de la celda en el que se mantiene la presión del gas SF6 mediante un sellado.

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, el gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares.

La cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que en caso de arco interno, permite su salida, hacia la parte posterior de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la paramenta del centro de transformación.

1.4.6.2. Características eléctricas

FUNCIÓN DE LÍNEA	CML-36	CMP-F-36	CMIP-36
------------------	--------	----------	---------

Tensión asignada [kV]			36	36	36
Intensidad asignada [A]			400/630	400/630	400/630
Intensidad de corta duración (1 o 3 s) [kA]			16/20	200	16/20
Intensidad de corta duración embarrado superior (1 o 3 s) [kA]			-	16/20	-
Nivel de Aislam.	Frec. Indust. (1 min)	A tierra y entre fases [kV]	70	70	70
		A la distancia de Seccionamiento [kV]	80	80	80
	Impulso tipo rayo	A tierra y entre Fases [kA]	170	170	170
		A la distancia de Seccionamiento [kV]	195	195	195
Capacidad de cierre [kA]			40/50	2,5	40/50
Capacidad de corte		Corriente principalmente activa [A]	400/630	400/630	400/630
		Corriente capacitativa [A]	50	31,5	50
		Corriente inductiva [A]	16	16	16
		Falta a tierra ICE [A]	63	63	63
		Falta a tierra $\sqrt{3}$	31,5	31,5	31,5
Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusible [kA]			-	20	-
Corriente de transferencia (UNE-EN 60420) [A]			-	320	-

1.4.6.3. Dimensionado embarrado

Las celdas fabricadas por la empresa Ormazábal, han estado sometidas a los ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo cual no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de la celda.

Las celda escogidas para el centro de transformación tienen las siguientes características eléctricas.

Tensión Nominal (kV)	Tensión máx. de servicio (kV)	Intensidad Nominal (A)	Tensión de ensayo (1 min) (kV)	Tensión de ensayo tipo rayo (kV)	Intensidad térmica (kA)	Intensidad dinámica (kA)
----------------------	-------------------------------	------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------	--------------------------

25	36	630	70	170	20	50
----	----	-----	----	-----	----	----

Las principales características del embarrado utilizado en las celdas CGM son:

- Esta construido a base de platinas de cobre electrolítico duro de 50 x 5 mm.
- Esta calculado para soportar un cortocircuito al cierre de 20 kA, durante 1s.
- Intensidad nominal preferente 630 A.
- Embarrado colector de tierra a base de platinas de cobre de 30 x 3 mm a lo largo de la celda.



CELDA COMPACTAS 2L +P



CELDA DE LÍNEA
TERMINAC.APANTALLADAS CON TOMA TIERRA Y CONTROL DE CAMPO EN
CADA UNA DE LAS 3 FASES DE CADA CIRCUITO DE MT ENTRANTES EN LAS
CELDA DE LÍNEA Y DE PROTECCION



CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLE DE 50 A POR FASE



1.4.6.4. Características técnicas de las celdas modulares SF6

1.4.6.4.1. Celda de línea

Las celdas de entrada/salida serán del tipo CGM-CML (Interruptor-Seccionador).

Es una celda con una cubierta metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 36 \text{ KV}$ e $I_n = 630 \text{ A}$, de 240 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de altura y 145kg de peso.

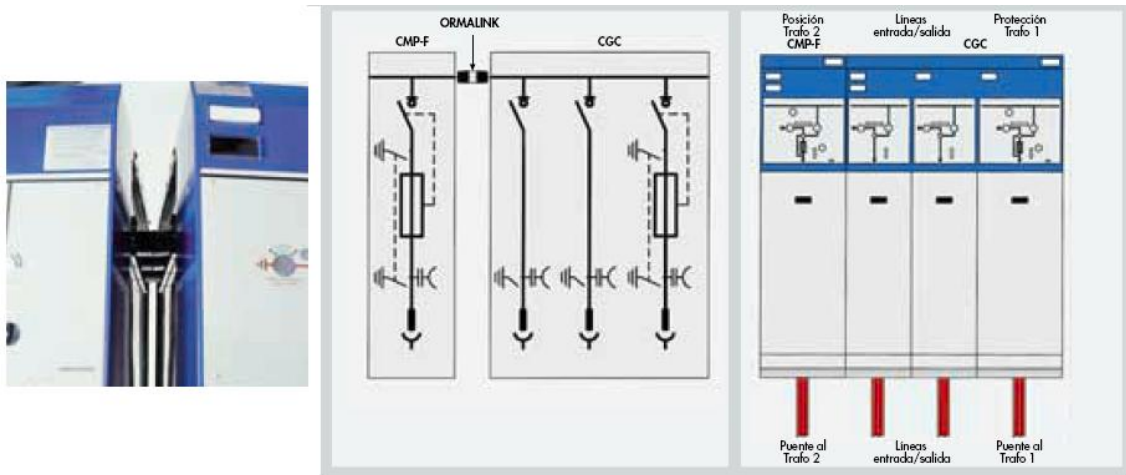
La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF₆, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y en posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de alimentación.

1.4.6.4.2. Celda de protección

La celda CGM-CMP-F es la celda que se encarga de proteger el transformador mediante tres fusibles de 50 A, con una tensión asignada de 36 KV.

Es una celda con cubierta metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $U_n = 36 \text{ KV}$ e $I_n = 630 \text{ A}$ (200 A en la salida inferior), de 480 mm de ancho por 1035 mm de fondo por 1800 mm de alto y 270 kg de peso.

La celda CMP-F de interruptor-seccionador, o celda de protección, está constituida por un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida interior-frontal mediante bornes enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a este interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables.



Detalles de acoplamiento de una celda de protección al conjunto para un segundo trazo

1.4.6.4.3. Elección fusibles

La protección en MT del transformador se realizará utilizando una celda interruptor con fusibles, efectuando la protección del transformador ante de posibles cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de manera muy rápida, con tiempos muy inferiores a los de los interruptores automáticos, puesto que también evitan el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

El transformador estará protegido por tres fusibles, uno por fase, la intensidad nominal del cual, 50A, será función de la potencia del transformador.

Los fusibles han sido seleccionados por asegurar:

- Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal.
- No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempos en que la intensidad se muy superior a la nominal, y de una duración intermedia
- No producen disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de sobrecargas, o en su extremo, una protección térmica del transformador.

1.4.6.5. Solución integrada telemando

Todas las celdas de línea de los centros de transformación son motorizadas, además el CT C serán telemandado según marca el servicio de planificación de Endesa Distribución Energía.

Para conseguir la continuidad del suministro eléctrico después de un defecto en una línea de Media Tensión, es necesario, una reconfiguración rápida de la red de distribución. De esta manera, cuando se produce una falta en una línea y a través de diversos centros de transformación telemandados, será posible localizar el defecto, aislarlo y restablecer el servicio al resto de la red.

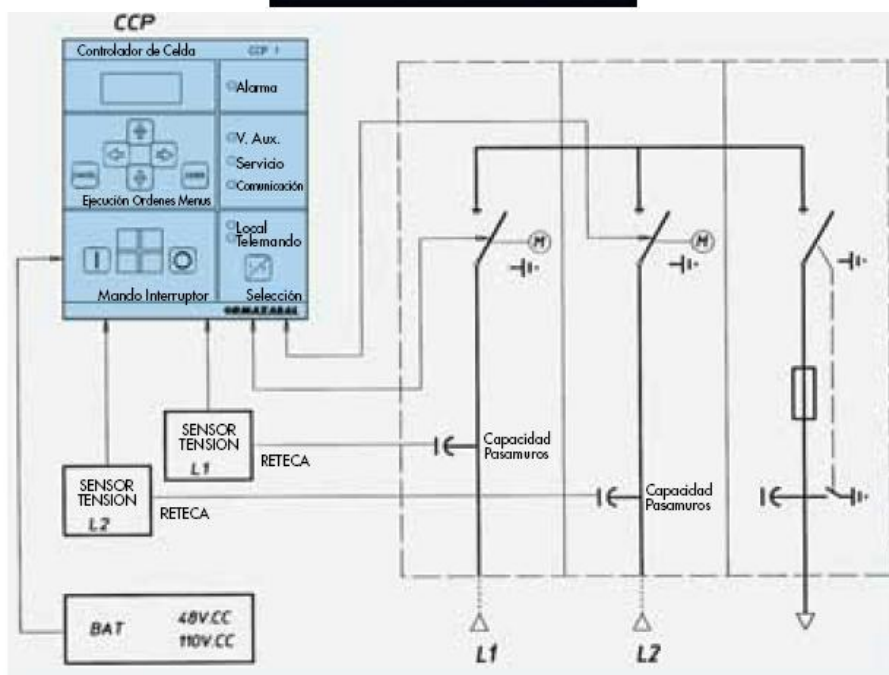
Todo esto es posible gracias al telemando de centros de transformación y a través de las operaciones de detección de defecto y a la operación (apertura y cierre) de las funciones conectadas a la red de distribución.

Este sistema de telemando esta basado en la integración de las celdas motorizadas de distribución pública con el sistema de telemando Ekor del mismo fabricante que las celdas y centros de transformación.

En el interior de las celdas van instalados dos toroides de fase y un toroide homopolar que alcanza las tres fases para las detecciones de los pasos de falta.

En el armario de baja tensión del telemando incluye:

- Tres relés de presencia de tensión para función de línea
- Conectores tipo “harting” hembra para la señalización de los contactos de las funciones de línea y protección.
- Conectores tipo “harting” hembra para la señal de intensidad de los transformadores toroides
- Magneto térmicos y regletas auxiliares
- Un armario de comunicación Easergy 200I, equipado con la fuente de alimentación, el módulo de comunicación y el módulo de control y explotación local para 4 vías (funciones de línea y/o protección (radio/GSM, ...))
- Conjuntos de cables de conexión tipo “harting”, para realizar las conexión externas de forma segura entre los equipos de telemando y las celdas.



1.4.7. Transformadores de potencia

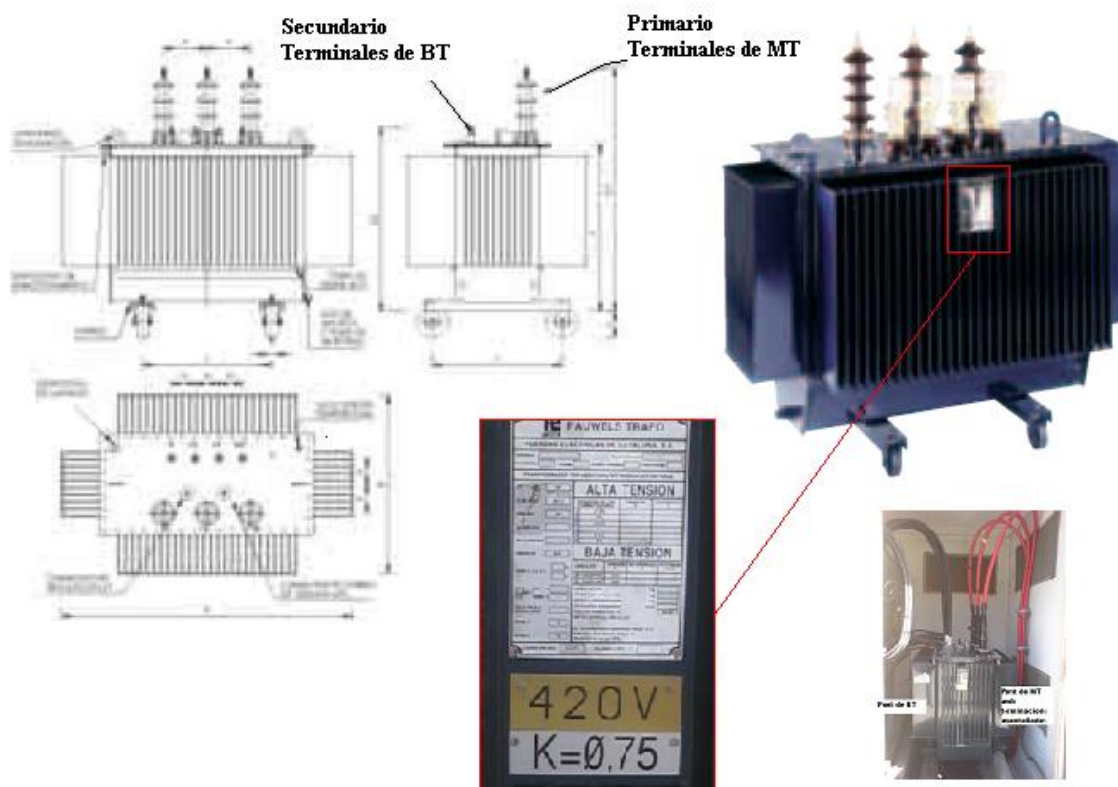
Los transformadores elegidos para instalar en los centros de transformación, son unos transformadores trifásicos reductores de tensión, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA en todos los centros de transformadores de refrigeración natural de aceite, con una tensión primaria de 25 kV y una tensión secundaria de 400 V entre fases.

1.4.7.1. Características Nominales

Todos los transformadores de los 6 centros de transformación contienen las siguientes características:

- Marca: COTRADIS
- Model: 630 / 36 / 25 B2 –O-PA
- Tipo: aceite mineral
- Norma: UNE 21.428
- Potencia nominal: 630 kVA
- Calentamiento máx. (cobre / aislante): 65 / 60 °C
- Peso total / peso del aceite: 2.600 kg / 495 kg
- Conexión (CEI): Dyn 11
- Nivell d'aislamiento: 70 kV
Choque: – 170 kV
- Parámetros eléctricos garantizados: Ucc: 6%
Pérdida máx. en vacío (PFe): 2.000 w
Pérdida máx. en cortocircuito (PCu): 10.500 w
Pérdidas totales (máx.): 12.500 w

Potencia		630 kVA	
Tensión primario		25 kV	
Tensión secundario (en vacío)		420 V entre fases	
Regulación sin tensión		+2,5+5 ó +2,5+5+7,5+10%	
Grupo de conexión		Dyn 11	
Pérdidas en vacío (W)		1450	
Pérdidas en carga (W)		6650	
Impedancia de cortocircuito % a 75°C		4,5	
Intensidad en vacío al 100% de Un *		1,8	
Nivel de potencia acústica *		67	
Caída de tensión A plena carga		Cos φ = 1	1,2
		Cos φ = 0,8	3,5
Rendimiento (%)	Carga 100%	Cos φ = 1	98,7
		Cos φ = 0,8	98,4
	Carga 75%	Cos φ = 1	98,9
		Cos φ = 0,8	98,7



Los transformadores que se instalarán son del tipo llenado integral, que a diferencia de otras técnicas de fabricación (cámara de aire bajo tapa o depósito de expansión) garantiza un menor grado de degradación del líquido aislante y refrigerante al no poner en contacto con el aire ninguna superficie.

El recipiente que encierra el líquido refrigerante en los transformadores de este tipo esta constituido en su totalidad por chapa de acero. Las paredes laterales están formadas por aletas en forma de acordeón que permiten disipar adecuadamente el calor producido por las pérdidas, debido al buen factor de disipación térmico que poseen.

Cuando el transformador se pone en servicio, se eleva la temperatura del líquido aislante y en consecuencia aumenta el volumen de éste, siendo precisamente las aletas de la cuba las que se deforman elásticamente para compensar el aumento de volumen del líquido aislante. Análogamente, al quitar de servicio el transformador o al disminuir carga se produce una disminución de la temperatura y las aletas recuperan un volumen proporcional al producido anteriormente por la dilatación.

Hay que tener en cuenta que en todos los centros de transformación que se han construido, se han instalados transformadores de 630 kVA y que los prefabricados de Ormazábal admiten transformadores de hasta 1000 kVA, en el caso de los PFU-4 y de 2000 kVA en los PFU-5 por lo que se deja posibilidad de ampliación de la red como crecimiento vegetativo.

1.4.7.2. Protecciones del transformador

Las protecciones que se han establecido para los transformadores de cada centro de transformación son las siguientes:

- **Protecciones contra sobre intensidades:**

En la parte de Media Tensión se protege el transformador a través de la instalación de los fusibles de Media Tensión en el Interruptor de Protección del transformador, controlando de este modo una posible sobre intensidad en la red de Media Tensión que pudiera dañar el transformador.

En la parte de baja tensión se protege el sistema a través de la instalación de tres transformadores de intensidad en las barras principales del Cuadro de Baja Tensión, que aplicados a su maxímetro respectivo y éste a un relé situado en el mismo cuadro, actúa sobre la bobina de disparo situada en el Interruptor de Protección del Transformador. Además, las salidas de Baja Tensión irán protegidas con fusibles acordes con la sección de los cables a proteger.

- **Protección contra incidentes internos del transformador (sobrecalentamientos del aceite)**

En el transformador de Potencia se instalará un termómetro de vaina que controlará el calentamiento del aceite refrigerante. En caso de un sobrecalentamiento de éste, se activará el relé situado en el cuadro de Baja Tensión, el cual actuará sobre la bobina de disparo situada en el Interruptor de protección del Transformador.

1.4.7.3. Termómetro

En cada transformador se instalará un termómetro de esfera con vaina calibrado a una temperatura de disparo de 95 °C, si por alguna causa la temperatura del aceite del transformador se elevara y sobrepasará los 95 °C, el termómetro activaría el relé de disparo situado en el Cuadro de Baja Tensión y éste a su vez la bobina de disparo situada en el Interruptor de Protección del Transformador (mando BRF), la cual abriría el interruptor desconectando así el transformador de la red.

1.4.8. **Puente de Unión Celdas - Transformador**

Para todos los centros de transformación, independientemente de la potencia nominal del transformador (misma), el puente entre el primario del transformador y la celda de protección CGM-CMP-F se efectuará con una terna de cables unipolares de aislamiento seco termoestable, serie DHV 18/30 kV de 1x150 mm² de aluminio. La conexión se realizará mediante terminaciones ELATIMOD de 36 kV del tipo enchufable y modelo m-630 LR en la celda SF6, y mediante terminales bimetálicos en el transformador.

Los conductores estarán tendidos por las canalizaciones previstas a tal efecto en la caseta de los transformadores sin disponer más de un circuito por conductor ni se separaran las fases. Se respetarán los radios mínimos de curvatura previstos para este tipo de conductor.



Puente de M.Tensión (rojo) y Puentes de B.Tensión (negro)

1.4.9. Puente De unión Transformador-Cuadro Baja Tensión

En cada centro de transformación se instalará un cuadro de distribución de baja tensión principal y un cuadro anexo.

El cuadro principal está conectado al secundario del transformador mediante el puente de unión de baja tensión y mediante cuatro zócalos tripolares de 400 A conectados al embarrado se distribuirán las salidas de baja tensión.

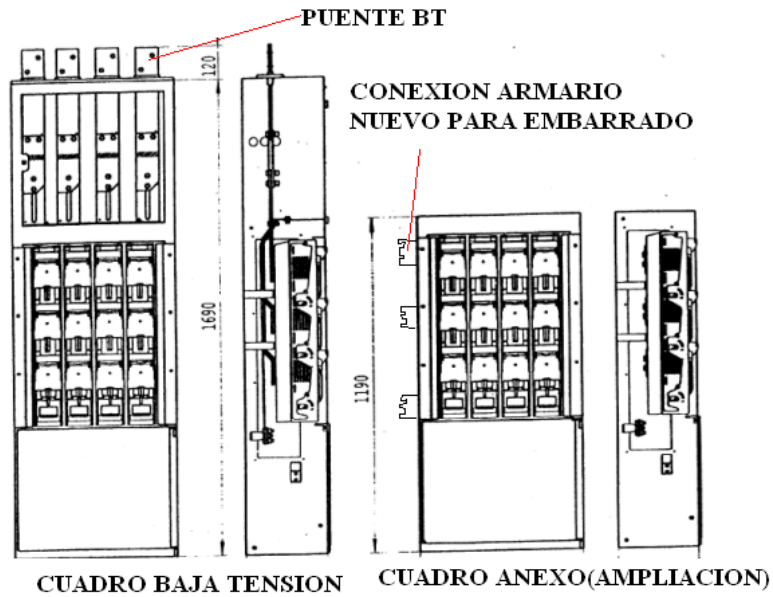
El puente de unión estará formado por tres cables, uno por fase, de sección 240 mm^2 y dos de 240 mm^2 para el neutro.

Es necesaria la instalación de un cuadro anexo debido a que son precisas más de cuatro salidas en cada Centro de Transformación. El armario anexo va unido directamente al embarrado del cuadro principal y en su conjunto permiten realizar la distribución de baja tensión con un total de ocho salidas.

1.4.10. Cuadros de Baja Tensión

El cuadro de baja tensión será del tipo AC-4 de Ormazábal. Es el armario encargado de distribuir, la energía mediante las diferentes salidas que tienen y conectándolas a las líneas de baja tensión.

Cada salida estará formada por tres cables uno por fase de 240 mm^2 y uno de 150 mm^2 para el neutro. Las fases estarán protegidas por fusibles de 315 A (según normativa Endesa para secciones de cable de $3 \times 1 \times 40 + 1 \times 150 \text{ Al}$), mientras que el neutro estará conectado directamente al embarrado del cuadro. Las conexiones de los cables al cuadro se realizarán mediante terminales bimetálicos.



Es necesaria la instalación de un cuadro anexo debido a que son precisas más de cuatro salidas en cada Centro de Transformación. El armario anexo va unido directamente al embarrado del cuadro principal y en su conjunto permiten realizar la distribución de baja tensión con un total de ocho salidas.

1.4.10.1. Zona de acometida, medida y equipos auxiliares

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando así la penetración de agua en el interior. Dentro de este compartimento, hay cuatro platinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento se realiza por medio de una puerta con bisagras en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

1.4.10.2. Zona de salidas

Esta zona está formada por un compartimento que aloja exclusivamente al embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son cuatro.

Esta protección se realiza mediante fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar maniobras de apertura en carga.

Características constructivas:

- Ancho: 580 mm.
- Altura: 1690 mm.
- Profundidad: 290 mm.



Cuadro BT Ormazábal en centro de transformación Pfu-4 y Pfu5

1.4.10.3. Características eléctricas

Tensión Nominal (V)	Nivel de aislamiento			Intensidad Nominal	
	Frecuencia Ind. (1 min)		Impulso tipo rayo	Embarrados (A)	Salidas (A)
	Entre fases y tierra (kV)	Entre fases (kV)	Entre fases y a tierra (kV)		
440	8	2,5	20	1600	400

1.4.11. Puesta a tierra

Toda la instalación eléctrica debe disponer de una protección o instalación de tierra diseñada de forma que desde cualquier punto accesible desde el interior o exterior de la

misma, donde las personas pueden circular o estar dentro de ellas, estas quedan sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto, durante cualquier defecto en la instalación eléctrica.

El procedimiento para realizar la instalación de tierras será el siguiente:

- Investigación de las características del suelo.
- Determinación de las corrientes máximas de posta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior y en el acceso del C.T.
- Comprobar que las tensiones de paso en el exterior y en el acceso son inferiores a los valores máximos definidos en la ITC 13 del RCE.
- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tubos, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Una vez ejecutada la instalación de tierras, se harán las comprobaciones y verificaciones.

El sistema de tierras estará formado por diferentes electrodos de Cobre en forma de varilla y por el conductor que los une. Este, conductor, que también será de Cobre, tendrá una resistencia mecánica adecuada y ofrecerá una elevada resistencia a la corrosión. Los entronques (empalmes) y las uniones con los electrodos se tendrán que realizar por medio de unión apropiados que, aseguren la permanencia de la unión, no experimenten con el paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

Se instalarán dos circuitos de puesta a tierra independientes que tendrán que estar separados una distancia de 12,42 m.

1.4.11.1. Tierra de protección

La tierra de protección se utiliza para limitar la tensión con respecto a tierra que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas del interior de los Centros de Transformación.

A la tierra de protección se conectarán:

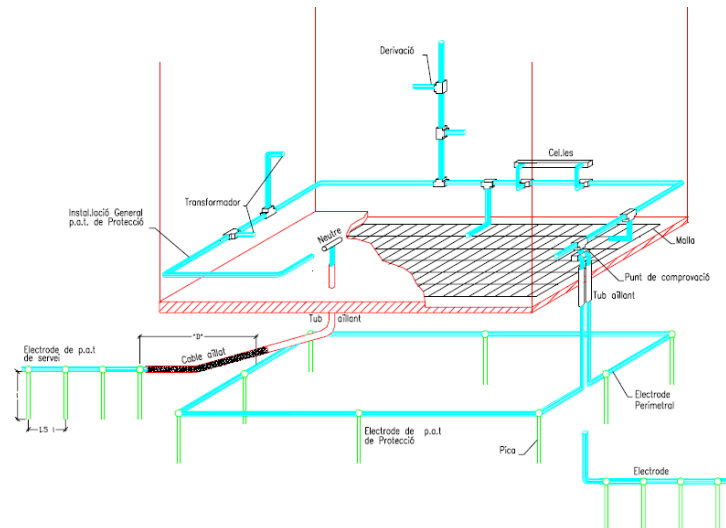
- Masas de MT y BT (envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión).
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Cuba del transformador.
- Pantallas o enrejados de protección contra contactos directos.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes de tierra de los TI de baja tensión.

1.4.11.2. Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en el lado de baja tensión, debido a las faltas en la red de Media Tensión, el neutro de bt se conectará una toma de tierra independiente al de la red de MT, de tal manera que no exista influencia en la general de tierras.

Se conectará al tierra de servicio: el embarrado del neutro del cuadro de B.T., la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida y los neutros de las instalaciones de servicios propios de la caseta (alumbrado, etc.).

El electrodo que compone el tierra de servicio, se encontrará alejado del electrodo de tierra de protección.



El electrodo de tierra de servicio estará constituido por cuatro picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm^2 de sección. Esta configuración corresponde al electrodo tipo UNESA 5/42.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. La separación entre una pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 9 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

El neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión para evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión debido a faltas en la red de Alta Tensión.

La conexión desde la caja seccionadora, en el C.T., hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

1.4.12. Instalaciones Secundarias

1.4.12.1. Alumbrado

En el interior de cada Centro de Transformación se instalarán los puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 200 lux.

Para el encendido se utilizará un interruptor final de carrera que actúa cuando la puerta se abre. En caso del CT subterráneo, el interruptor será manual y situado justamente en la entrada.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación. La duración del alumbrado de emergencia será como mínimo de una hora.

En el cuadro de BT existirá una toma de corriente formada por una base enchufe II de 16A, para la alimentación de herramientas auxiliares.

La instalación, igualmente que la del circuito del termómetro, se hará con conductores V750 de 1,5 mm² en tubo de PVC rígido IP7 engrapado a la pared.

1.4.12.2. Protección contra incendios

El transformador a instalar está refrigerado por aceite mineral, por este motivo se dotará al Centro con unas medidas para la extinción de incendios, según se establece en la MIE-RAT 14-4.1.

El tipo de transformador instalado tiene un volumen de aceite inferior a 600 litros, por ello se adoptan las siguientes medidas de protección pasivas:

- Paredes y techo resistentes al fuego.
- Separación del transformador en celda individual.
- Se ubicará en el interior de la caseta un extintor móvil de 5 kg de eficacia 89 B de CO₂.
- Debajo de los transformadores se instala un receptáculo para recoger posibles pérdidas de aceite. Este receptáculo vierte el aceite en un depósito situado debajo.

1.4.12.3. Ventilación

El calor generado en el hierro y en el cobre del transformador es necesario evacuarlo para evitar que el transformador alcance una temperatura superior a la que fija la norma UNE20.101-82, para transformadores en baño de aceite clase A con circulación del aceite natural, esta temperatura es de 65 °C.

La ventilación prevista es natural, está basada en la reducción del peso específico del aire con la temperatura.

Los centros están provistos de oberturas embutidas en las puertas y paredes cercanas al transformador con el fin de facilitar la entrada de aire exterior por las ranuras inferiores y crear así una renovación natural al salir el aire interior por las ranuras superiores.

De esta forma el aire en su movimiento envuelve totalmente el transformador, principal productor de calor, efectuando la refrigeración de los mismos por el termosifón que se produce entre la entrada y la salida.

1.4.12.4. Medidas de seguridad

Para la maniobra de las líneas de M.T. se han establecido medidas de seguridad mediante enclavamientos mecánicos en los mandos de las celdas.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, al seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Los bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

En el centro se dispondrán los siguiente carteles de aviso: cartel de maniobra de A.T., cartel de primeros auxilios y triángulos de riesgo eléctrico, según dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1420, modelo AE-10.

En el centro habrá una banqueta aislante de poliéster. Esta banqueta aislará del suelo a los operarios que tengan que maniobrar en la instalación.

Las celdas prefabricadas llevarán una señal triangular distintivo de riesgo eléctrico adhesivo. En un lugar bien visible en el interior del ct, se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a dar en caso de accidente, respiración boca a boca y masaje cardíaco, y con las “5 reglas de oro”. Su formato será como mínimo el de un UNE A-3.

1.5. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

1.5.1. Generalidades

La red de BT, será subterránea y estará formada por los siguientes números de salidas de cada CT:

Nº C.T.	Nº Transformador	Nº de salidas
C.T.C	TR1	6
C.T.D	TR1	7
C.T.D	TR2	7
C.T.E	TR1	7
C.T.E	TR2	7
C.T.F	TR1	5
C.T.F	TR2	6
C.T.G	TR1	5
C.T.G	TR2	7
C.T.H	TR1	5
C.T.H	TR2	7

Las líneas subterráneas de baja tensión se estructurarán a partir del centro de transformación de origen.

El sistema de tensiones alternas será trifásico con neutro, mallado o no.

Se diseñarán en forma radial ramificada, con sección uniforme. En zonas de alta densidad de carga pueden formar redes malladas, explotadas en forma radial.

Los conductores estarán protegidos en cabecera contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gG.

En el trazado de las líneas se deberán cumplir todas las reglamentaciones y normativas en relación con cruzamientos, paralelismos y proximidades a otros servicios subterráneos.

El valor de la tensión nominal de la red subterránea de BT será 400 V, entre fases y 230 V entre fase y neutro.

La estructura general de las redes subterráneas de BT de FECSA ENDESA es de bucle, por tanto, se utilizarán siempre cables con sección uniforme de 240 mm² de Al para las fases y como mínimo, 150 mm² de Al para el neutro.

1.5.2. Características Técnicas de las Salidas

Las principales características técnicas de las salidas de BT, teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad son:

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA(KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
C	1	1	184,8	2,1	87,9
		2	105,7	0,81	52,6
		3	184,8	1,3	87,9
		4	105,7	0,78	52,6
		5	192,8	4,6	74,6
		6	15	0,8	18,2

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
D	1	1	142,4	0,45	68
		2	132	0,84	63
		3	155	0,74	74,1
		4	134	0,78	64
		5	134	0,92	64
		6	134	1,13	64
		7	94,7	1,18	48
CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
D	2	1	184	1,77	73,4
		2	184	2,42	73,4
		3	72	1,34	37,1
		4	184	1,29	73,4
		5	94,7	0,7	48
		6	94,7	0,59	48
		7	184	0,73	73,4

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
E	1	1	138	1,02	59
		2	115,9	1,55	54,5
		3	150	2,24	72,1
		4	141,4	0,6	67,5
		5	131	0,35	62,5
		6	161,9	2,72	77,3
		7	140	0,37	66,8
CT	TRAFO	SORTIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
E	2	1	139,2	1,59	65,4
		2	139,2	1,74	65,4
		3	139,2	1,95	65,4
		4	139,2	2,1	65,4
		5	139,2	2,31	65,4
		6	139,2	2,46	65,4
		7	129,8	0,62	61,8

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
F	1	1	169,9	1,22	78,6
		2	169,9	1,48	78,6
		3	169,9	1,74	78,6
		4	169,9	2,09	78,6
		5	210,7	3	99,3
CT	TRAFO	SORTIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
F	2	1	138	0,58	59
		2	80,8	0,5	40,9
		3	194	1,53	88
		4	194	1,95	88
		5	169,9	0,7	78,6
		6	169,9	1,05	78,6

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
G	1	1	197,6	2,16	75,5
		2	156,4	1,34	65
		3	110,4	0,88	49,1
		4	129	0,73	60,9
		5	149	1,03	71,2
CT	TRAFO	SORTIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
G	2	1	107	1,27	50,2
		2	149	1,98	71,2
		3	115,2	0,36	54,2
		4	136	0,57	64,6
		5	115,8	1,37	54,5
		6	136	1,8	64,6
		7	156,4	1,84	65

CT	TRAFO	SALIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
H	1	1	174,9	1,13	85
		2	213,8	1,17	99,1
		3	187,8	2,13	86,5
		4	187,8	2,44	86,5
		5	147,2	1,42	62
CT	TRAFO	SORTIDA	POTENCIA (KW)	C.D.T.(%)	SATURACIONES (%)
H	2	1	111	0,73	55,3
		2	99,2	0,88	49,6
		3	130	1,54	61,3
		4	150	2	71,7
		5	107	0,88	50,2
		6	150	1,44	71,7
		7	138	1,19	59

1.5.3. Conductores

Los conductores a utilizar en cada una de las salidas de las redes subterráneas de BT serán unipolares, según Norma GE CNL001, tipo RV, tensión nominal 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, y tipo RZ1, de tensión nominal 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de poliolefina, según Norma UNE 211603-5N1.

Los conductores de BT normalizados por la compañía suministradora, las intensidades máximas admisibles en servicio permanente, según el MIE BT 007 y sus fusibles de protección son:

Sección de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima (A)	Fusible de protección (A)
4x1x50 AL	180	125
3x1x95+1x50 AL	260	200
3x1x150+1x95 AL	330	250
3x1x240+1x150 AL	430	315

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Tipo constructivo (aislamiento, cubierta exterior)
- Tensión asignada del cable, expresada en kV
- Indicaciones relativas al conductor
- Aislamiento, se indicará R (Polietileno reticulado)
- Cubierta exterior, será V = PVC
- Tensión asignada del cable Se expresará en kV y se designará los valores de U₀ y U, en la forma U₀ /U
- Indicaciones relativas al conductor, se utilizará la cifra 1, correspondiente a un solo conductor, seguida del signo x, la sección nominal del conductor, expresada en mm² y las letras AL, indicativas de que el conductor es de aluminio.

El conductor elegido para realizar la distribución es un RV 0,6/1 kV 3x1x240+1x150 AL, las tres fases tendrán una sección de 240 mm², mientras que para el neutro será de 150 mm².

Con la elección de este conductor se pretende asegurar que, ante posibles ampliaciones de potencia, la red instalada sea capaz de soportar la potencia demandada sin necesidad de volver a realizar la apertura de zanjas y substituir la red por una de mayor sección.

Se utilizará en toda la instalación una misma sección en vez de hacerlo en antena puesto que nos permitirá jugar con las cargas en un futuro sin cambiar conductores.

CABLES DE BAJA TENSION



Las características técnicas son las siguientes:

Color de la cubierta	Negro
Tensión Nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz 5 min	3,5 kV
Aislamiento	Mezcla XLPE
Cubierta	Mezcla ST2
Longitud de bobina	600 m \pm 3%
Peso aproximado	L-240995 kg/km
	L-150625 kg/km
Radio mínimo de curvatura	L-240540 mm
	L-150420 mm
Diámetro exterior máximo	L-24026 mm
	L-15021 mm
Número de alambres.	L-24030 ud
	L-15015 ud
Resistencia eléctrica a 20 °C	L-2400,125 W/km
	L-1500,206 W/km
Al aire a 40 °C	L-240420 A.
	L-150300 A.
Enterrado a 25 °C	L-240430 A.

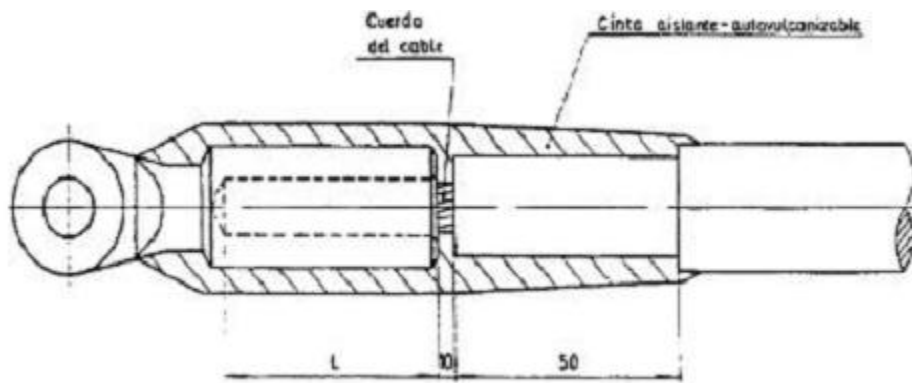
1.5.4. Terminales Bimetálicos

Las terminaciones de la totalidad de los cables de baja tensión subterráneos al conectarse en los armarios y cajas de distribución y de los centros de transformación se realizarán mediante terminales bimetálicos a compresión, realizados a base de aluminio puro y cobre electrolítico puro.

Las características técnicas que presentan según la sección del cable son:

	50 mm ²	95 mm ²	150 mm ²	240 mm ²
Intensidad máxima (T = 70 °C)	180 A	260 A	330 A	430 A
Límite térmico (T = 180 °C 1s)	5 kA	9,5 kA	15 kA	24 kA

Características técnicas de los terminales bimetálicos.



1.5.5. Elementos Constitutivos de la Red

Los elementos constitutivos de la red de zonas urbanas de alta/media densidad son:

1.5.5.1. Cuadro de distribución de BT en el CT

Se procurará que la carga máxima de las salidas sea equilibrada, de acuerdo con la potencia del transformador. Los consumos de la explotación se irán escalonando según la potencia absorbida, lo cual comportará el estudio del resto de la red en cuanto a armarios y cajas a instalar.

1.5.5.2. Armarios de distribución y derivación urbana

Estarán provistos de una entrada y hasta tres salidas. Se emplearán para efectuar derivaciones importantes de la red principal de BT. Serán puntos de reparto con seccionamiento y protección. Su montaje será intemperie sobre zócalo de hormigón y estarán adosados a las fachadas de las fincas o en línea con los alcorques, según anchura de acera y normas municipales.

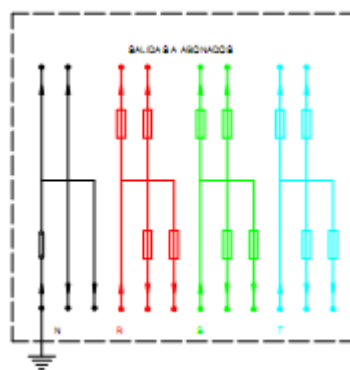
1.5.5.3. Caja de distribución para urbanizaciones (CDU)

En zonas residenciales o urbanizaciones de viviendas unifamiliares, en lugar de cajas de seccionamiento se utilizarán este tipo de cajas de distribución que permite hacer entrada y hasta dos salidas de la línea principal de BT y derivar a cliente hasta un máximo de 2 suministros trifásicos o 4 monofásicos, con calibre de 63 a 80 A. Estas derivaciones a cliente acabarán en las cajas de protección y medida (CPM).

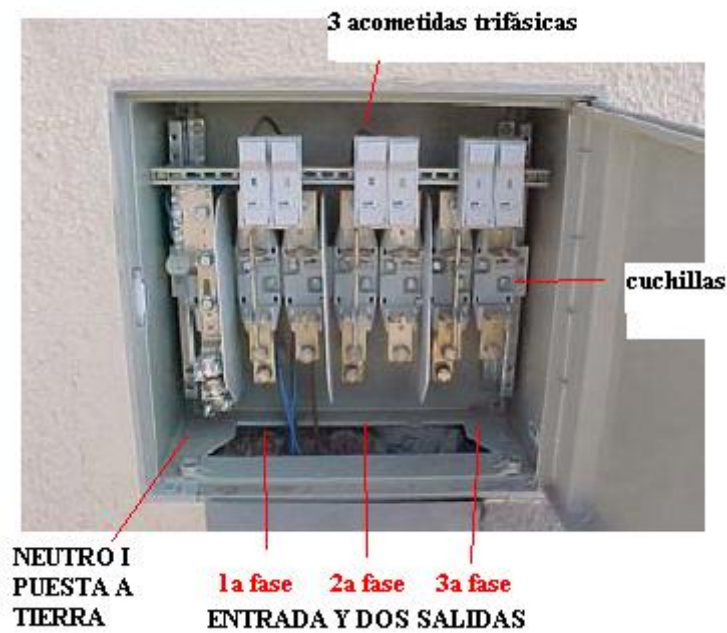
Se instalarán en intemperie dentro de hornacinas o módulos prefabricados, o irán alojadas en el muro de las viviendas a alimentar.

Podrán estar alimentadas desde un armario de distribución de BT en CT, un armario de distribución y derivación urbana o de otras cajas de distribución para urbanizaciones.

Podrá suministrar potencias inferiores o iguales a 15 kW.



Esquema unifilar Caja Distribución para Urbanizaciones.



Las características técnicas son las siguientes:

Tensión Nominal	440 V
Intensidad de Cortocircuito	20 kA
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	2,5 kV
Tensión de ensayo con onda tipo rayo	8 kV
Grado de Protección (UNE-20.324)	IP-437
Resistencia Aislamiento	5 M
Fases acom. Cliente protegidas con fusibles "gI" tam. 22x58	≤ 80 A
Peso aproximado	17 kg
Material auto extingible	Clase térmica A

Estos armarios se usarán para electrificar dos parcelas como máximo, en previsión de que en un futuro los abonados puedan ampliar potencia y pasar a un suministro trifásico.

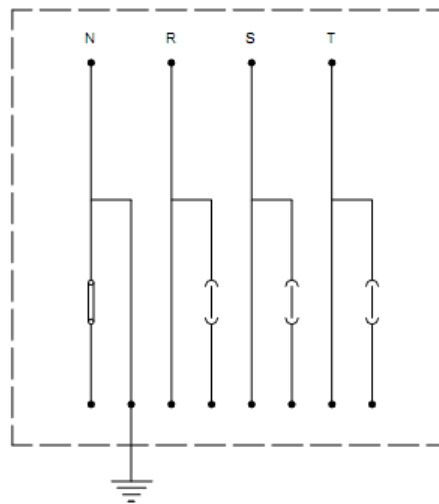
El equipo de medida se alojará en el interior de un módulo prefabricado homologado con bases portafusiles, convirtiéndose así en una caja general de protección y medida C.P.M. Dispondrá de aberturas adecuadas a fin de facilitar la toma periódica de las lecturas que marquen los contadores, para que las facturaciones respondan a consumos reales y deberá estar conectado mediante canalización empotrada hasta una profundidad de 0,7 m. bajo la rasante de la acera. Al ubicarse en la valla circundante de la parcela, dicho módulo estará situado a 0,80 m. sobre la rasante de la acera.

Las cajas de protección y medida serán de material aislante de clase A, resistentes a los álcalis, auto extingible y precintables. La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones. Tendrán como mínimo en posición de servicio un grado de protección IP-433, excepto en sus partes frontales y en las expuestas a golpes, en las que, una vez efectuada su colocación en servicio, la tercera cifra característica no será inferior a siete.

1.5.5.4. Cajas de seccionamiento

Para la distribución de la red de baja tensión en las manzanas compuestas por bloques de viviendas se instalarán cajas de seccionamiento. A diferencia de las cajas de distribución para urbanizaciones, las cajas de seccionamiento disponen de la entrada de línea, una salida para abonado por la parte superior y una salida de línea seccionable por la parte inferior.

Son cajas alojadas en un nicho en la pared cerrado con una puerta metálica, e instaladas inmediatamente antes de la CGP de la finca. Facilitan la localización y separación de averías en los cables subterráneos de BT, así como la alimentación de socorro.

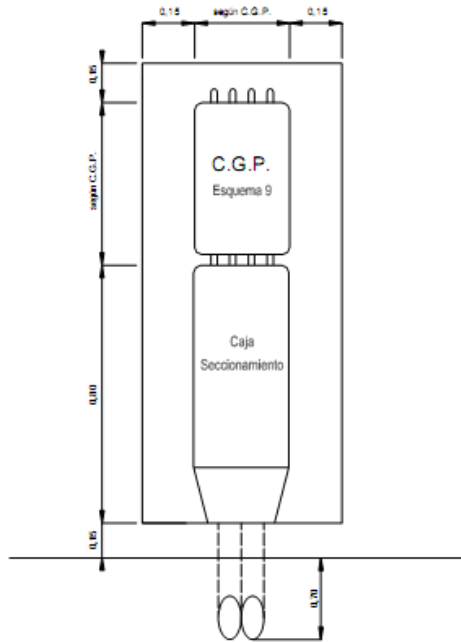


Esquema de la Caja de Seccionamiento.

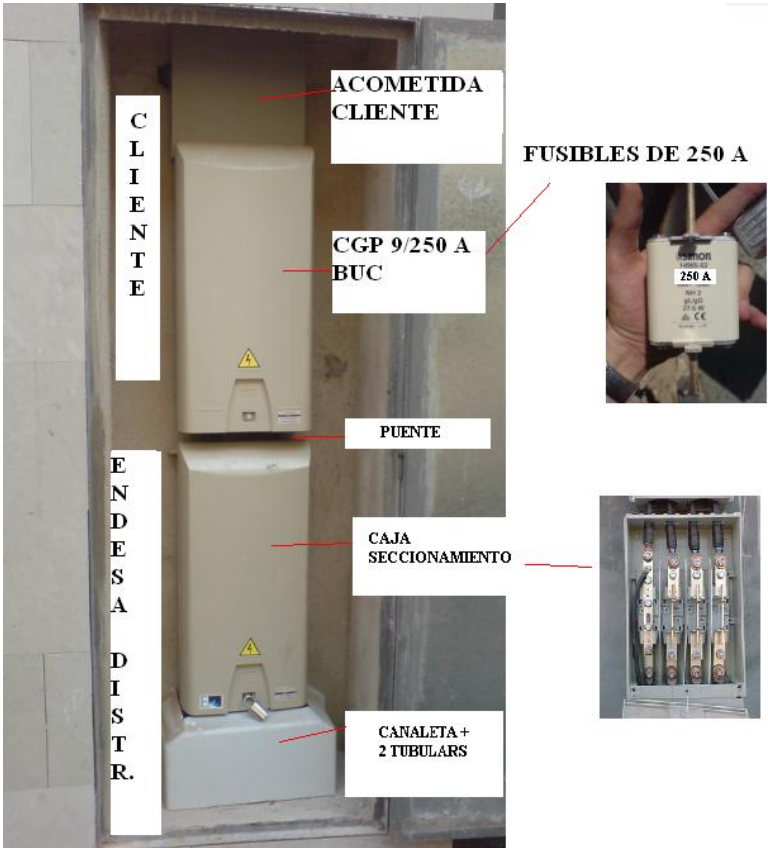
La caja de seccionamiento se instalará a 30 cm de la rasante de la acera, de manera que encima de ella se pueda instalar la Caja General de protección. La unión entre la caja de seccionamiento y la C.G.P. se realizará con cable RV 0,6/1kV 3x1x240 + 1x150 mm² Al.

Las características técnicas de la caja de seccionamiento son las siguientes:

Intensidad Nominal	400 A
Tensión Nominal	440 V
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	3,5 kV
Tensión de ensayo con onda tipo rayo	8 kV
Resistencia Aislamiento	5 M
Grado de Protección envolvente	IP-437 (UNE-20.324)
Grado combustibilidad	≤ M-3
Bases 400 A Tamaño 2	UNE-21.103
Intensidad de Cortocircuito	20 kA



Montaje de caja de seccionamiento + C.G.P.



1.5.5.5. Acometidas (CGP)

Se efectuarán, de manera general, desde una caja de seccionamiento.

1.5.6. Tubos para la Protección de Cables Enterrados de Baja Tensión

Los tubos que se utilicen para la protección de cables subterráneos de baja tensión en los cruces por calzada o vados serán tubos rígidos de Polietileno (PE) de doble pared, una interior lisa y otra exterior corrugada, siendo el diámetro exterior de 160 mm. Serán de color rojo (o naranja), con una resistencia a la compresión mayor de 450 N y un grado de protección xx9 según UNE-20.324. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando: Nombre, marca fabricante, designación, nº del lote o las dos últimas cifras del año de fabricación y Norma UNE EN 50086-2-4

1.5.7. Cinta para la Señalización de Cables Subterráneo

Las características técnicas de la cinta para la señalización de cable subterráneo son las siguientes:

Ancho 15 +/- 0,5 cm

Espesor0,1+/-0,01 mm
 Color (UNE-48.103) amarillo vivo B-532, impresión negra indeleble
 Resistencia a la Tracción longitudinal mínima:100 kg/cm²
 Resistencia a la tracción transversal mínima:de 80 kg/cm²

1.5.8. Placas de Plástico para Protección de Cables Enterrados:

Para protección de cables enterrados se usarán placas de Polietileno (PE) con una densidad específica mínima 0,94 g/cm³ o de Polipropileno (PP) con densidad específica mínima de 1 g/cm³.

Esta placa permiten ensamblarse entre si longitudinalmente y transversalmente mediante remaches de plástico.

Llevarán las siguientes marcas indelebles dispondrán longitudinalmente:

- Señal de advertencia de riesgo eléctrico tipo AE-10 El rótulo ¡ATENCIÓN!
CABLES ELÉCTRICOS
- Marca y anagrama del fabricante
- Año de fabricación (dos últimas cifras)
- Las siglas y nº siguiente: PPC ETU 0206.

Son de color amarillo S0580-Y10R según UNE 48.103, y presentan una resistencia a la tracción mínima de 10 daN y una resistencia al impacto de 50 Julios.

En los tramos rectos se utilizarán placas de 1 m de longitud y PARA CURVAS se usarán placas de 0,5 m longitud.

1.5.9. Sistemas de Protección

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (MIE BT 020), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles cuyo calibre dependerá de la sección del cable, e irán ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de

transformación, al realizarse todo el trazado de los circuitos a sección constante (y quedar ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de fusibles en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán los mismos fusibles calibrados ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación. Las protecciones ubicadas en inicio de línea, válidas para la protección a sobrecargas, también son aptas para la protección a cortocircuito.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (MIE BT 021) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.
- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado (RV 0,6/1 kV), con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (MIE BT 021), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, según la MIE BT 006 es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 200 metros en redes subterráneas, sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará a tierra en todas las cajas de distribución para urbanizaciones y en todas las cajas de seccionamiento.

1.5.10. Continuidad del Neutro

La continuidad del neutro quedará asegurada en todo momento. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las líneas de distribución, salvo que esta interrupción sea

realizada mediante uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

1.5.11. Puestas a Tierra

La puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado RV 0,6/1 kV, entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm^2 , unido a una pletina del neutro del cuadro de Baja Tensión. Este conductor de neutro a tierra, se instalará a una profundidad mínima de 0,60 m, pudiéndose instalar en una de las zanjas de cualquiera de las líneas de B.T.

El conductor neutro de cada línea se conectará a tierra a lo largo de la red en los armarios de distribución, por lo menos cada 200 m, y en todos los finales, tanto de las redes principales como en sus derivaciones.

La conexión a tierra de los otros puntos de red, atendiendo a los criterios expuestos anteriormente, se realizará mediante piquetas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable desnudo de 50 mm^2 y terminal a la pletina del neutro. Las piquetas podrán colocarse hincadas en el interior de la zanja de los cables de B.T. También podrán utilizarse electrodos formando placas o cable de cobre enterrado horizontalmente.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la puesta a tierra general deberá ser inferior a 37Ω .

1.5.12. Dimensiones de la Zanja

Las dimensiones - anchura y profundidad - de las canalizaciones se establecen de manera que su realización sea la más económica posible y que, a la vez, permitan una instalación cómoda de los cables.

Por otro lado, la Instrucción Complementaria MI BT 006 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión determina que la profundidad mínima de instalación de

los conductores directamente enterrados o dispuestos en conductos será de 0,60 metros, salvo lo establecido específicamente para cruzamientos.

Esta profundidad se podría reducir en casos especiales debidamente justificados, pero entonces debería utilizarse chapas de hierro, tubos u otros dispositivos que aseguraran una protección mecánica equivalente de los cables, teniendo en cuenta que de utilizar tubos, debe colocarse en su interior los cuatro conductores de baja tensión.

Se distinguen los casos de excavación en:

- acera y tierra (paseo)
- cruces de calle y carretera

1.5.12.1. Zanjas en acera

La profundidad de las zanjas a realizar en las aceras será de 0,70 m, atendiendo a las consideraciones anteriores.

La anchura de la zanja debe ser lo más reducida posible, por razones económicas, y relacionada con la profundidad para permitir una fácil instalación de los cables. Tendiendo, además, en cuenta la dimensión del revestimiento de las aceras (generalmente losetas de 20 cm), se establece en 0,40 m la anchura de las mismas, para los casos de 1 y 2 circuitos.

Para las zanjas con más de dos circuitos, se dispondrán las ternas de cables en un mismo plano horizontal guardando una distancia entre ellas de 20 cm. Para cada circuito de más a partir del segundo el ancho de zanja se incrementará en 20 cm.

Si se trata de cables de BT y MT que deban discurrir por la misma zanja, se situarán los de BT a la profundidad reglamentaria (60 cm, si se trata de aceras y paseos. La distancia reglamentaria entre ambos circuitos debe ser de 25 cm; en el caso de no poder conseguirse por la dimensión de la zanja, los cables de MT se instalarán bajo tubo. En los vados y cruces ambos circuitos de BT y MT estarán entubados. Tanto una como otra canalización contarán con protección mecánica. Según una resolución de la Generalitat de Catalunya (DOG nº 1649 del 25.09.92) esta protección podría ser con ladrillos macizos de 290x140x40 mm, con una capa de arena a cada lado de 20 mm mínimo.

Una vez realizada la apertura de la zanja, el siguiente paso es recubrir la totalidad del lecho con una capa de arena fina de como mínimo 4 cm de espesor, para proceder al tendido de cables como siguiente paso.

Una vez efectuado el tendido de acuerdo a las prescripciones técnicas estipuladas en el pliego de condiciones del presente proyecto, se recubrirán los conductores con una capa de arena fina de 20 cm respecto la base de la zanja, para posteriormente colocar la placa de protección de Polietileno.

El tapado de la zanja se realizará con capas de tierra compactada cada 15 cm, colocando la cinta de señalización a 40 cm aproximadamente de las placas de protección.

1.5.12.2. Zanjas en calzada, cruces de calles o carreteras

En los casos de cruces, los cables que se instalen discurrirán por el interior de tubulares, construyendo uno o varios tubos de más para futuras ampliaciones, dependiendo su número de la zona y situación del cruce.

Hasta tres tubulares, la profundidad de la zanja a realizar será de 0,90 m y 1,00 m para 4 ó 6 tubulares.

Las anchuras de las zanjas variarán en función del número de tubulares que se dispongan.

1.6. RED AÉREA DE BAJA TENSIÓN

1.6.1. Generalidades

La red de BT, será aérea fuera del ámbito del polígono, ya que se trata de una zona aún por definir dentro de los planes urbanísticos del municipio.

Las líneas aéreas trenzadas de baja tensión, según sea la configuración de su trazado y la forma de instalación, podrán ser:

- Líneas aéreas trenzadas de baja tensión posadas sobre fachadas.

- Líneas aéreas trenzadas de baja tensión tensadas sobre apoyos, objeto del proyecto

1.6.2. Conductores

Los conductores a emplear cumplirán la Norma UNE 21030 y la Norma GE BNL001. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE), para una tensión nominal de 0,6/1 kV. Las características principales se indican en la tabla.

Conductor	Diámetro haz (mm)	Peso haz (daN/m)	Carga de rotura (daN)	Módulo elástico (daN/mm ²)	Intensidad máxima admisible (t = 40° C) (A)
RZ 0,6/1 kV 3x50 Al/54,6 alm	36,85	0,77	1560	6000	150
RZ 0,6/1 kV 3x95 Al/54,6 alm	45,05	1,32	1560	6000	230
RZ 0,6/1 kV 3x150 Al/80 alm	50,40	1,698	2000	6200	305

Para derivaciones a una sola acometida de corta longitud, y si la potencia contratada en ella así lo permite, podrá utilizarse conductor RZ 0,6/1 kV de 4x25 Al.

En nuestro proyecto, al ser la red existente del PT BB033, con sección normalizada y trenzada Rz 50, se procederá a su reaprovechamiento y reinstalación sobre nuevos soportes a instalar, según planos.

1.6.3. Apoyos

Los diferentes tipos de apoyos normalizados por la compañía eléctrica.

1.6.3.1. Madera

Las características mecánicas de los apoyos seleccionados serán las indicadas en la tabla.

Clase poste madera	Altura (m)	Esfuerzo (daN)	
		Asignado	Carga de rotura nominal
Clase III a V	9 - 10	120	460
	9-11-12-13	240	845

1.6.3.2. Hormigón

Las alturas y esfuerzos seleccionados para las líneas aéreas de baja tensión serán:

- Apoyos de 9 m, con esfuerzos nominales de 250, 400, 630, 800 y 1000 daN.
- Apoyos de 11 y 13 m, con esfuerzos nominales de 250, 400, 630, 800, 1000 y 1600 daN.

Los apoyos a instalar en nuestro proyecto serán de 11 metros de altura y un esfuerzo de 630 daN.

1.6.3.3. Celosía

Las alturas y esfuerzos más utilizados para las líneas de baja tensión serán los de 12 y 14 m de esfuerzos 1000 y 2000 daN.

Estos apoyos se utilizarán en aquellos casos en que se presenten vanos superiores a 200 m. y en terrenos de difícil acceso.

1.6.3.4. Chapa plegada

La altura será de 7 y 9 m para los esfuerzos de 160, 250, 400, 630, 800 y 1000 daN.

1.6.4. **Herrajes**

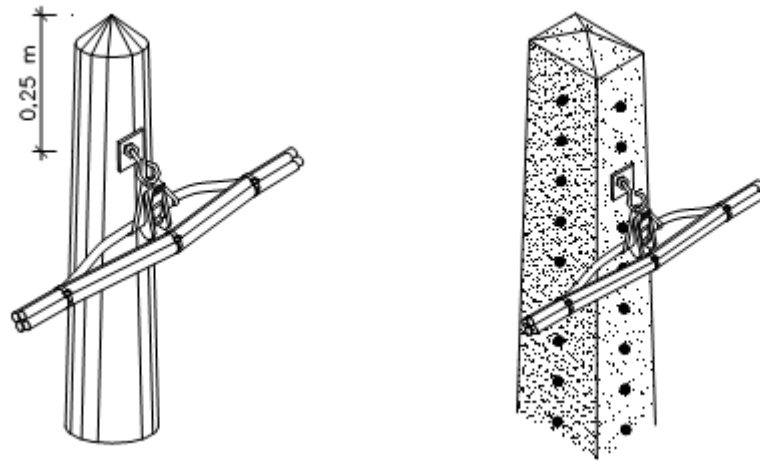
Los herrajes son las piezas que soportan o amarran el cable.

Los herrajes serán de material resistente a la corrosión y a la intemperie.

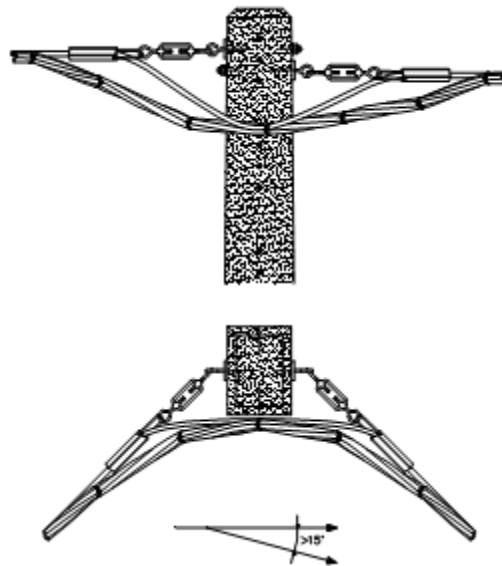
Las líneas aéreas trenzadas, tensadas sobre apoyos, se fijarán a éstos mediante elementos de suspensión o de amarre. La fijación se efectuará a través del neutro fiador.

La aplicación de los elementos de fijación será la siguiente:

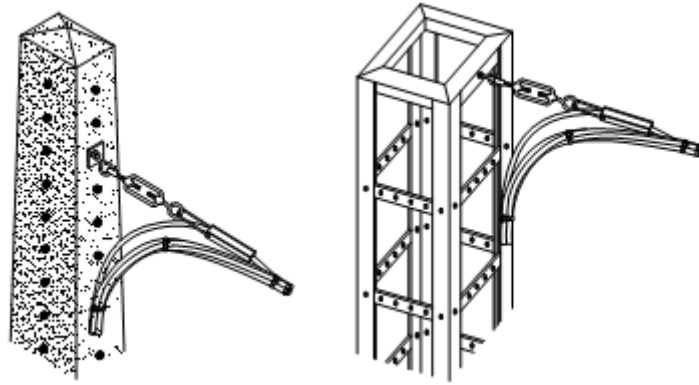
- Suspensión: La suspensión se utilizará en apoyos de alineación o desviaciones inferiores a 15°. Se evitará instalar más de tres apoyos consecutivos en dicha posición.



- Amarre en ángulo: El amarre en ángulo se utilizará cuando los ángulos de desviación sean superiores a 15° , cuando haya desniveles pronunciados, o cuando esté previsto realizar la conexión de derivaciones o acometidas. También pueden usarse en los puntos de origen y final de línea.



- Amarre final de línea: De utilización en nuestro proyecto



1.6.4.1. Piezas de anclaje

Las piezas de anclaje tienen como función unir las piezas de amarre o de suspensión a los apoyos o a los muros. Su fijación se efectuará mediante un sistema de rosca (espiga roscada o tornillos); los fijados a pared podrán estar empotrados.

Deberán soportar 2500 daN a tracción y 500 daN a flexión, sin que se produzcan deformaciones permanentes. Serán resistentes a la corrosión, ya sea por las características propias del material o por el recubrimiento de cinc que se le aplique (espesor = 70 micras).

1.6.4.2. Pinzas de amarre

La fijación de la línea a las piezas de anclaje (puntos de anclaje) se realizará mediante pinzas de amarre que se acoplarán al conductor del neutro portante mediante un sistema de cuñas aislantes deslizantes. La presión se efectuará sobre el aislamiento del cable de forma que no dañe ni disminuya sus características.

Cualquier elemento de la pinza deberá soportar las solicitaciones producidas por un esfuerzo de tiro mayor o igual a 2000 daN.

1.6.4.3. Grapas de suspensión

La suspensión de la línea en los apoyos se efectuará mediante grapas de suspensión que soportarán el haz a través del neutro fiador. Se unirán al apoyo mediante piezas de

anclaje formando una unión articulada, y se acoplarán al conductor del neutro portante de 54,6 y de 80 mm². Llevarán un sistema que impida la salida accidental del cable de su alojamiento; así mismo permitirá unir el haz a la grapa de suspensión.

Cualquier elemento de la pinza deberá soportar las solicitaciones de esfuerzos verticales de valor mayor o igual a 900 daN.

1.6.4.4. Soportes con abrazadera para fijación a fachada

La fijación de la línea a los muros se realizará mediante soportes con abrazadera que soportarán el conjunto del haz, a modo de ménsula, que se fijarán a muros o fachadas mediante tacos incorporados al propio soporte. Llevarán un sistema de cierre que una el soporte con el haz e impida la salida accidental de éste de su alojamiento.

Los soportes con abrazadera separarán el cable de la pared de modo que, una vez instalado, quede separado de ésta unos 20 mm.

Cualquier elemento del soporte deberá resistir las solicitaciones de los esfuerzos verticales, aplicados de forma equivalente a las condiciones normales de trabajo. Deberá soportar un peso mayor o igual a 75 daN.

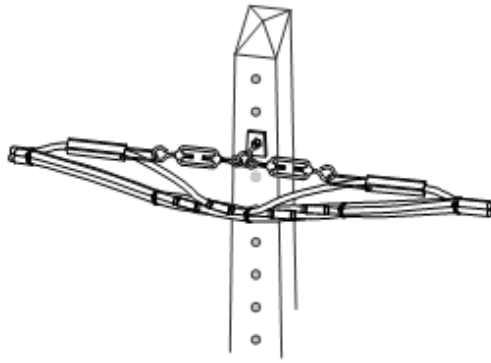
1.6.4.5. Piezas de conexión

Las piezas de conexión se dividirán en empalmes, terminales y piezas de derivación.

La conexión de una derivación o de una acometida se realizará en puntos de la línea no sometidos a tensión mecánica (en el puente flojo de los amarres de la línea).

1.6.4.5.1. Empalmes

Serán de aluminio adecuados para la conexión por compresión hexagonal en los conductores de aleación de aluminio y punzonado profundo en los de aluminio. Se aislarán mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable. El aislamiento podrá formar parte del empalme o aplicársele posteriormente. Los empalmes para las conversiones de línea aérea a línea subterránea se realizarán mediante manguitos adecuados a cada sección.



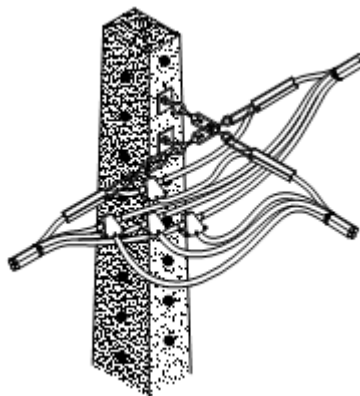
Los empalmes no deberán quedar sometidos a tracción, por lo que deberán efectuarse en los puentes flojos.

1.6.4.5.2. Terminales

Serán de aluminio adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal en los conductores de aleación de aluminio y por punzonado profundo en los de aluminio. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuará a presión por tornillería y será de unión bimetálica. La parte que esté unida al cable se aislará mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

1.6.4.5.3. Piezas de derivación

Las derivaciones se conectarán a la línea principal mediante conectores bimetálicos, de presión constante, de pleno contacto y de conexión por tornillería con par de apriete controlado (tornillo fusible). Irán cubiertos por una funda de protección rellena de grasa de elevado punto de goteo. En las acometidas hasta cable de 25 mm^2 AL de sección, podrán utilizarse conectores de perforación de aislamiento.



La conexión de una derivación o de una acometida se realizará en puntos de la línea no sometidos a tensión mecánica (en el puente flojo de los amarres de la línea).

1.6.4.6. Cajas de derivación con fusibles

Las cajas de derivación con fusibles serán de construcción para intemperie, estarán formadas por una envolvente de doble aislamiento, fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio de color gris claro, autoextinguible y resistente a álcalis y agentes atmosféricos.

1.6.5. **Protecciones**

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas en las líneas aéreas trenzadas de BT se efectuará mediante fusibles clase gG. Se instalarán en el centro de transformación y en las derivaciones con cambio de sección, cuando el conductor de la línea no quede protegido desde cabecera.

Los criterios de protección que se aplicarán para este tipo de red serán los siguientes:

- Intensidad nominal del conductor: El fusible elegido permitirá la plena utilización del conductor.
- Respuesta térmica del conductor: La característica intensidad / tiempo del conductor tendrá que ser superior a la del fusible para un tiempo de 5 segundos.
- Potencia del transformador MT/BT: El calibre del fusible a la salida del CT, se adecuará a la intensidad nominal de secundario del transformador.

1.6.6. **Continuidad del Neutro**

En todo momento debe quedar asegurada la continuidad del neutro, para lo cual se aplicará lo que se indica a continuación.

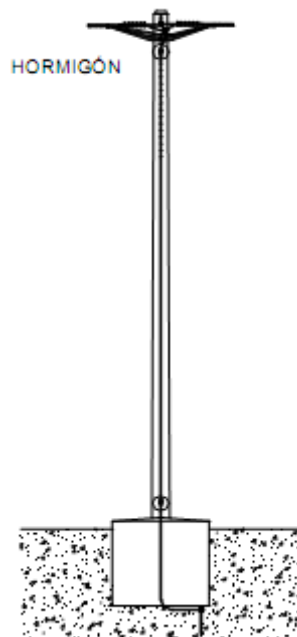
En las redes de distribución de BT, el conductor neutro no podrá ser interrumpido, salvo que esta interrupción se realice mediante uniones amovibles en el neutro, próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, que estén debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas. En este caso, el neutro no debe ser seccionado sin que previamente lo estén las fases, ni deben conectarse éstas sin haber sido conectado previamente el neutro.

1.6.7. Puesta a tierra

Las puestas a tierra en las líneas aéreas de BT se realizarán a través del conductor neutro. Estas puestas a tierra se instalarán en el primer apoyo después del CT, en las ramificaciones de red y en aquellos puntos en que la distancia entre puestas a tierra sea superior a 500 m. Se procurará que el terreno elegido para el apoyo sea el de menor resistividad.

Caso de no conseguirse este valor con una sola pica, el cálculo de la puesta a tierra del neutro se hará mediante picas alineadas según la publicación Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría (UNESA).

Las diferentes formas de efectuar la puesta a tierra en los apoyos se detallan en la figura.



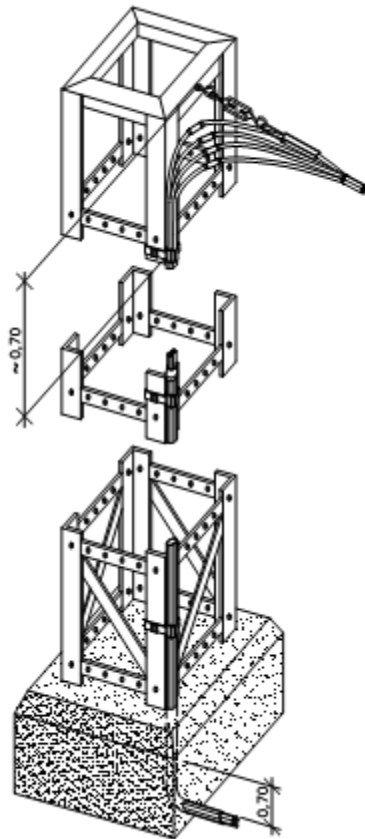
1.6.8. Conversiones de Línea Aérea a Línea Subterránea

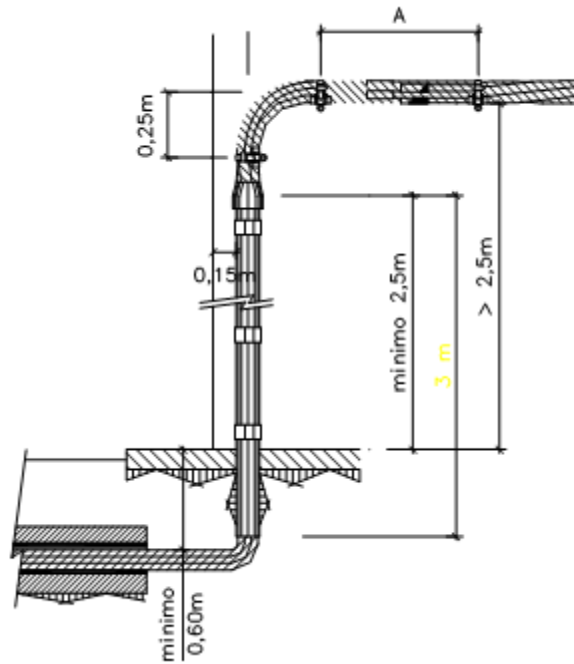
Cuando sea necesario efectuar una conversión a línea subterránea desde la red trenzada de BT, tensada en apoyos, ésta se realizará de la forma que a continuación se indica:

- Los cables a utilizar para realizar el tramo subterráneo serán del tipo RZ1 (hasta la implantación definitiva de este conductor se podrán emplear cables RV).
- El tramo de bajada de estos cables por el apoyo o por la fachada se protegerá con tubo, hasta una altura de 2,5 m.

Cuando por las condiciones específicas de la ubicación de la instalación (condiciones climáticas, previsión de acciones vandálicas, etc.) se podrá reforzar con la colocación suplementaria de un tubo de acero galvanizado.

- El extremo del tubo que quede al aire libre se sellará mediante un capuchón de protección para evitar la entrada de agua.
- En el punto de inicio (derivación) de la conversión, que estará próximo al punto de amarre de la red trenzada, se unirán los cables RZ1 o RV con los RZ de la red trenzada mediante manguitos de unión, cuyo engaste será mediante punzonado profundo. El engaste en la parte del neutro de los cables RZ será por compresión hexagonal.
- Las uniones se recubrirán con manguitos contráctiles.
- Al tramo subterráneo de los cables RV y RZ1 se le dará el mismo tratamiento que a una red de BT subterránea habitual.





1.7. ANEXOS

1.7.1. Bibliografía

Las instalaciones efectuadas están sometidas a las Normas y reglamentos vigentes, por lo tanto, nos hemos basado en los siguientes:

- Instalaciones eléctricas en las edificaciones; Mc Graw Hill; Alberto Guerrero. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; editorial Paraninfo.
- RAT (Reglamento Alta Tensión)
- Programas de cálculo

1.7.1.1. Programas de cálculo

Los programas de cálculo que se han utilizado para el desarrollo del presente proyecto, han sido:

- Corporativo Maetel calculo caídas de tensión.
- Calpos
- G.O.M.

1.7.2. Otras referencias

Con respecto a los materiales utilizados en la instalación, así como en el diseño y datos de precios estas basados en las páginas web siguientes:

- www.energuia.es
- www.arelisa.com
- www.ormazabal.es
- www.schneiderelectric.es
- www.himel.es
- www.generalcable.es
- www.celfosc.org
- www.lighting.philips.com
- www.carandini.com
- www.bjc.es
- www.cotradis.com

1.7.3. Definiciones y Abreviaturas

- C.S. Caja Seccionamiento
- C.D.U. Caja de Distribución Urbana
- C.G.P. Caja General de Protección
- L.S.B.T. Línea Subterránea de Baja Tensión
- Q.B.T. Cuadro de Baja Tensión
- C.T. Centro de Transformación
- L.S.M.T. Línea Subterránea de Media Tensión
- C.M. Centro de Medida (para media tensión)

1.7.4. Disposiciones Legales y Normas Aplicadas en BT

En el siguiente proyecto se recogen las características de los materiales, los cálculos que justifican su elección y la forma de ejecutar las obras a realizar, dando con esto cumplimiento a las siguientes disposiciones, reglamentos y normativas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (Real decreto 842/2002 de 2 de noviembre del 2002).

- Real decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, en el cual se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro, y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (RAT).
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en centrales, subestaciones y centros de transformación e Instrucciones técnicas complementarias. Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro.
- Normas U.N.E.
- Ordenanzas Municipales del ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de riesgo laborales.
- Procedimientos de control de la aplicación del Decreto 120/1992 de 28 de abril, modificado parcialmente por el Decreto 196/1992, de 4 de agosto (Orden de 5 de julio de 1993, DOGC 1782 de 11-8-93).
- Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud las obras.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materias de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores del equipos de trabajo. Real decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Real decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el real decreto 39/1997, de 17 de enero, en el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y el real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Decreto del Ministerio de Industria 3151/1968 de Noviembre, publicado en el Boletín Oficial del Estado de 27 de diciembre, en el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

- Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE).

Normas UNESA: 0205, 3305, 3403, 6617, 6704 LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (Ley 31/1995 del 8 de noviembre LRPL, BOE 269 de 10 de noviembre de 1995).

Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Normas técnicas de la compañía suministradora Fecsa-Endesa.

1.7.5. Reglamentación y Normativa Aplicadas en MT

El diseño y construcción de las líneas subterráneas de MT se efectuará de acuerdo con los siguientes Reglamentos y Normas:

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, sobre regulación de la actividad de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE 310 de 27-12-00).
- Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 3275/82, de 12-11-82, BOE núm. 288 de 01-12-82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias del RAT (ITC MIE-RAT), establecidas por OM de 06-07-84, BOE núm. 183 de 01-08-84, y OM de 18-10-84, BOE núm. 256 de 25-10-84).
- Protecciones a instalar entre las redes de los diferentes suministros públicos que discurren por el subsuelo (Decreto 120/92 de 28 de Abril, DOGC 1606 de 12-06-92).
- Modificaciones parciales al Decreto 120/92 de 28 de Abril (Decreto 196/92 de 4 de Agosto, DOGC 1649 de 25-9-92).
- Procedimientos de control de la aplicación del Decreto 120/1992 de 28 de Abril, modificado parcialmente por el Decreto 196/1992, de 4 de Agosto (Orden de 5 de Julio de 1993, DOGC 1782 de 11-08-93).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de 1995, BOE 10-11-1995).

- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Orden TIC/341/2003 de 22 de Julio (DOGC 3937 de 31-07-03) por la cual se aprueba el procedimiento de control aplicable a las obras que afecten a la red de distribución eléctrica subterránea
- Resolución TRI/301/2006 de 3 de Febrero (DOGC 4584 de 2-3-06) por la cual se establecen los requisitos de señalización y protección de las redes subterráneas de distribución eléctrica de media y alta tensión, en el ámbito territorial de Cataluña.
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Otras normas y disposiciones vigentes que puedan ser de obligado cumplimiento.

1.7.6. Reglamentación L.A.M.T.

Para la confección del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones legales:

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y de Regulación del Suministro de Energía Eléctrica
- Normas UNE
- Disposiciones administrativas aplicables.
- Real Decreto (RD) 1955/2000, de 1 de Diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE 310 de 27-12-00).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RLAT) (Decreto 3151/68 de 28 de Noviembre, BOE 27-12-69 y rectificaciones en BOE 8-3-69).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de 1995, BOE 10-11-1995).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Decreto 328/92 (DOGC) Plan de espacios de interés natural.

- Decreto 351/87 (DOGC 932 de 28-12-1987) por el que se determinan los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas.
- Ley 54/97 de 27-11-97 del Sector eléctrico (BOE nº 285 de 28-11-97)
- Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes.
- Estándares de Ingeniería del Grupo ENDESA (Normas GE)

1.7.7. Reglamentación Normas CT

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, sobre regulación de la actividad de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE 310 de 27-12-00).
- Reglamento sobre Condiciones y Garantías de Seguridad en Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 3275/82, de 12-11-82, BOE núm. 288 de 01-12-82).
- Instrucciones Técnicas Complementarias del RAT (ITC MIE-RAT), establecidas por OM de 06-07-84, BOE núm. 183 de 01-08-84, y OM de 18-10-84, BOE núm. 256 de 25-10-84).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, BOE nº 224 de 18 de Septiembre del 2002).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de 1995, BOE 10-11-1995).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definan las características de los elementos integrantes del CT.
- Otras normas y disposiciones vigentes que puedan ser de obligado cumplimiento.

En lo que se refiere a la obra civil se aplicarán los criterios establecidos en los siguientes documentos:

- Norma Básica de la Edificación.
- Respecto a Condiciones de Protección Contra Incendios en Edificios (NBE-CPI-96), (aprobada por RD 5177/96 de 14-10-96).
- Norma Básica de la Edificación. Respecto a Condiciones Acústicas en Edificios (NBE-CA-82), (aprobada por RD 2115/82 de 10-08-82, BOE de 03-09-82 y 07-10-82).